

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**DETERMINACIÓN DE CURVAS DE EXTRACCIÓN DE
NUTRIENTES N - P - K CON APLICACIÓN DE FERTILIZACIÓN
EN EL CULTIVO DE CEBOLLA CHINA (*Allium fistulosum* L.)
BAJO CONDICIONES DEL DISTRITO DE CAYNARACHI**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

BANNY NIELS CASTILLO GARCÍA

TARAPOTO - PERÚ

2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

**DETERMINACIÓN DE CURVAS DE EXTRACCIÓN DE
NUTRIENTES N – P – K CON APLICACIÓN DE FERTILIZACIÓN
EN EL CULTIVO DE CEBOLLA CHINA (*Allium fistulosum* L.)
BAJO CONDICIONES DEL DISTRITO DE CAYNARACHI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
BANNY NIELS CASTILLO GARCÍA**

**TARAPOTO– PERÚ
2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN – TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**

ÁREA DE SUELOS Y CULTIVOS

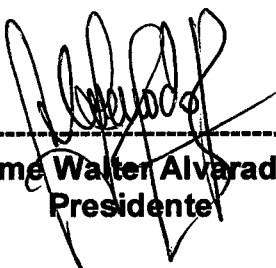
TESIS

**DETERMINACIÓN DE CURVAS DE EXTRACCIÓN DE
NUTRIENTES N – P – K CON APLICACIÓN DE FERTILIZACIÓN
EN EL CULTIVO DE CEBOLLA CHINA (*Allium fistulosum* L.)
BAJO CONDICIONES DEL DISTRITO DE CAYNARACHI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRÓNOMO**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
BANNY NIELS CASTILLO GARCÍA**

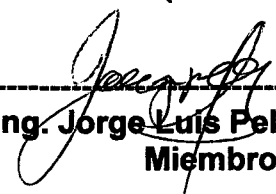
COMITÉ DE TESIS



Ing. Dr. Jaime Walter Alvarado Ramírez
Presidente



Ing. M.Sc. Tedy Castillo Díaz
Secretario



Ing. Jorge Luis Pelaez Rivera
Miembro



Dr. Carlos Rengifo Saavedra
Asesor



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN - TARAPOTO

Unidad de Bibliotecas Especializada y Biblioteca Central

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN NO EXCLUSIVO PARA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA EN REPOSITORIO DIGITAL

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: BANNY NIELS CASTILLO GARCÍA		DNI : 46082246
Domicilio: Jr. Tomás Meza N° 142 - Tarapoto		
Teléfono 947580420	Correo Electrónico niels_1270@hotmail.com	

2. DATOS ACADÉMICOS

Facultad	: CIENCIAS AGRARIAS
Escuela Académico Profesional : AGRONOMÍA	

3. DATOS DE LA TESIS

Título:	"DETERMINACIÓN DE CURVAS DE EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES N – P – K CON APLICACIÓN DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE CEBOLLA CHINA (<i>Allium fistulosum</i> L.) BAJO CONDICIONES DEL DISTRITO DE CAYNARACHI"
Año de Publicación 2016	

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN VERSIÓN ELECTRÓNICA

A través de la presente autorizo a la Unidad de Bibliotecas Especializadas y Biblioteca Central – UNSM – T, para que publique, conserve y sin modificarla su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en su Repositorio Institucional su obra a texto completo el citado título (Resolución Rectoral N° 212-2013-UNSM/CU-R).

BANNY NIELS CASTILLO GARCÍA

DNI 46082246

Fecha de recepción: ____/____/____

DEDICATORIA

- A Dios, por darme la vida y la gran oportunidad de seguir adelante brindándome protección y confianza en mí mismo.
- A mi mamá Teodelinda García Pinedo por traerme a este mundo, por brindarme todo el apoyo y confianza en cada momento de mi vida.
- A mi papá Juan Guillermo Castillo Delgado que desde el cielo me ilumina para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

- Al Dr. Carlos Rengifo Saavedra por su asesoramiento en la ejecución del proyecto de tesis.
- A mi mamá Teodelinda García Pinedo, por su apoyo en la realización de este proyecto.
- Al Ing. Carlos Verde Girbau, por su apoyo en el desarrollo de la presente tesis.

ÍNDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
III. REVISION BIBLIOGRÁFICA	4
3.1 Generalidades del cultivo.	4
3.1.1 Origen y distribución geográfica.	4
3.1.2 Taxonomía.	6
3.1.3 Morfología de la Cebolla China.	7
3.2 Fenología.	9
3.3 Condiciones Edafoclimáticas para el Cultivo de Cebolla China.	11
3.4 Manejo del Cultivo.	14
3.4.1 Época de siembra.	14
3.4.2 Método de siembra.	14
3.4.3 Nutrición mineral de las plantas	14
3.5 Extracción de Nutrientes.	16
3.6 Elaboración de una curva de Absorción.	18
3.7 Importancia y utilidad de las curvas de absorción.	19
3.8 Manejo de nutrientes en cebolla.	20
3.9 Antecedentes de la investigación.	22
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	28
4.1 Descripción y Características del área experimental.	28
4.1.1 Ubicación Geográfica y Política.	28
4.1.2 Características Edáficas.	28
4.1.3 Características Climáticas.	30

4.2	Material Genético usado en la Investigación.	31
4.3	Dosis de fertilización.	31
4.4	Periodos de evaluación.	31
4.5	Metodología.	32
4.5.1	Diseño Experimental	32
4.5.2	Tratamientos estudiados.	33
4.5.3	Periodo de ejecución.	33
4.5.4	Conducción del experimento.	34
4.5.5	Evaluaciones realizadas.	38
V.	RESULTADOS	42
5.1	Evaluaciones de peso fresco y peso seco de bulbos y Hojas.	42
5.1.1	Primera evaluación (10 días)	42
5.1.2	Segunda Evaluación (20 días)	46
5.1.3	Tercera Evaluación (30 días)	50
5.1.4	Cuarta Evaluación (60 días)	54
5.2	Resultado de Análisis Foliare.	58
5.2.1	% de Nitrógeno en bulbos.	58
5.2.2	% de Fósforo en bulbos.	59
5.2.3	% de Potasio en bulbos.	60
5.2.4	% de Nitrógeno en hojas.	61
5.2.5	% de Fósforo en hojas.	62
5.2.6	% de Potasio en hojas.	63
5.3	Resultados Acumulados y puntos de extracción	64
5.3.1	Extracción de Macronutrientes en el Tratamiento T0.	64

5.3.2 Extracción de Macronutrientes en el Tratamiento T1.	65
5.3.3 Extracción de Macronutrientes en el Tratamiento T2.	66
5.3.4 Extracción de Macronutrientes en el Tratamiento T3.	67
5.4 Extracción Total de Macronutrientes por Tratamiento (kg.ha ⁻¹)	68
VI. DISCUSION	69
6.1 Evaluación de peso fresco y seco en bulbos y hojas	69
6.1.1 Evaluación a los 10 días.	69
6.1.2 Evaluación a los 20 días.	72
6.1.3 Evaluación a los 30 días.	75
6.1.4 Evaluación a los 60 días.	78
6.2 Resultado de Análisis Foliares.	81
6.2.1 % de Nitrógeno en bulbos.	81
6.2.2 % de Fósforo en bulbos.	82
6.2.3 % de Potasio en bulbos.	82
6.2.4 % de Nitrógeno en hojas.	83
6.2.5 % de Fósforo en hojas.	84
6.2.6 % de Potasio en hojas.	84
6.3 Resultados Acumulados y curvas de extracción de Macronutrientes en (kg.ha ⁻¹)	85
6.3.1 Extracción de macronutrientes (N, P, K) en el Tratamiento T0.	85
6.3.2 Curvas y Puntos de extracción de N, P, K en el Tratamiento T0.	86
6.3.3 Extracción de macronutrientes N, P, K en el	

Tratamiento T1.	86
6.3.4 Curvas y Puntos de extracción de N, P, K en el Tratamiento T1.	87
6.3.5 Extracción de macronutrientes N, P, K en el Tratamiento T2.	88
6.3.6 Curvas y Puntos de extracción de N, P, K en el Tratamiento T2.	88
6.3.7 Extracción de macronutrientes N, P, K en el Tratamiento T3.	89
6.3.8 Curvas y Puntos de extracción de N, P, K en el Tratamiento T3.	89
6.4 Extracción total de macronutrientes por tratamiento kg.ha^{-1}	90
VII. CONCLUSIONES	92
VIII. RECOMENDACIONES	93
IX. BIBLIOGRAFÍA	94
RESUMEN	
SUMMARY	
ANEXO	

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1: Superficie cultivada de cebolla en los principales países productores.	5
Cuadro 2: Absorción de nutrientes 37 y 42 t.ha ⁻¹	16
Cuadro 3: Absorción de nutrientes 40 t.ha ⁻¹	20
Cuadro 4: Dosis de fertilización	31
Cuadro 5: Análisis de Varianza	33
Cuadro 6: Tratamientos estudiados	33

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: ANVA peso fresco de bulbos.	42
Tabla 2: ANVA peso seco de bulbos.	43
Tabla 3: ANVA Peso fresco de hojas.	44
Tabla 4: ANVA Peso seco de hojas.	45
Tabla 5: ANVA Peso fresco de bulbos.	46
Tabla 6: ANVA Peso seco de bulbos.	47
Tabla 7: ANVA Peso fresco de hojas.	48
Tabla 8: ANVA Peso seco de hojas.	49
Tabla 9: ANVA Peso fresco de bulbo.	50
Tabla 10: ANVA Peso seco de bulbos.	51
Tabla 11: ANVA Peso fresco de hojas.	52
Tabla 12: ANVA Peso seco de hojas.	53
Tabla 13: ANVA Peso fresco de bulbos.	54
Tabla 14: ANVA Peso seco de bulbos.	55
Tabla 15: ANVA Peso fresco de hojas.	56
Tabla 16: ANVA Peso seco de hojas.	57
Tabla 17: ANVA % de Nitrógeno en bulbos.	58
Tabla 18: ANVA % de Fósforo en bulbos.	59
Tabla 19: ANVA % de Potasio en bulbos.	60
Tabla 20: ANVA % de Nitrógeno en hojas.	61
Tabla 21: ANVA % de Fósforo en hojas.	62
Tabla 22: ANVA % de Potasio en hojas.	63

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

- **INTECO.**- Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación – España.
- **I.E.**- Institución Educativa
- **TIC.**-Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- **NTICs.**- Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación.
- **Top ten.**- Los 10 primeros.
- **On line.**- en línea, en internet.
- **Facebook** .- Red social de internet.
- **MySpace.**- Red social de internet.
- **Hi5**- Red social de internet.
- **Sonico.**- Red social de internet.
- **Flickr.**- Red social de internet.
- **Social network** .- red social.
- **GE.**- grupo experimental
- **GC.**- grupo control.
- **PEA.**- Proceso de enseñanza aprendizaje.

I. INTRODUCCIÓN

La cebolla china (*Allium fistulosum* L.), hoy en día es un cultivo muy difundido en la región San Martín, produciéndose este cultivo para una demanda interna creciente, siendo las provincias de Lamas y San Martín las que producen en mayores cantidades, las cuales son comercializadas en los mercados de Tarapoto.

Los rendimientos de cebolla china a nivel nacional se encuentran entre 20 y 24 t.ha⁻¹, siendo la costa la que mayor demanda tiene por el producto, consumiéndose en estado fresco.

En el país, se tiene poca experiencia sobre la fertilización planificada en cebolla china, debido a la falta de investigaciones sobre extracción de elementos nutritivos.

Los nutrientes son importantes para la formación de la estructura de la planta, fotosíntesis, formación de aminoácidos, respiración, diferenciación celular, transferencia de energía, apertura y cierre de estomas, forman parte de la estructura de la clorofila, entre otros.

La cebolla china así como otros cultivos, depende de su sistema radicular que le proporciona anclaje y una provisión adecuada de nutrientes y agua que satisface las necesidades de la parte aérea.

Si alguno de estos requisitos no se cumple en cualquier etapa de su desarrollo, entonces se reduce el vigor del crecimiento, pudiéndose disminuir los rendimientos, la resistencia a enfermedades y la vida útil de la planta.

II. OBJETIVOS

2.1 General

- Determinar la dinámica de extracción de nutrientes en plantas de Cebolla China, (*Allium fistulosum*), bajo condiciones del distrito de Caynarachi.

2.2 Específicos

- Determinar la curva de extracción de nutrientes en el cultivo de Cebolla China, (*Allium fistulosum*), en los periodos de evaluaciones establecidos 10, 20, 30, 60 días, con aplicación de fertilización NPK.
- Determinación los niveles de extracción total en el cultivo de Cebolla China, (*Allium fistulosum*), en los periodos de evaluaciones establecidos 10, 20, 30, 60 días, con aplicación de fertilización NPK.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1 Generalidades del cultivo

3.1.1 Origen y distribución geográfica

Se considera originaria del suroeste de Asia, su consumo se remonta a más de 4000 años, para ese entonces se cultivaba en Egipto, China e India. Una inscripción encontrada en las pirámides de Egipto, prueba que los hombres que las construyeron se alimentaron con cebollas (Huancane, 2011).

Después del tomate la cebolla ocupa el segundo lugar, en la escala de importancia de las hortalizas en el mundo, su importancia radica por sus diversas formas de consumo, tales como: bulbo seco, hojas o tallos verdes, bulbo fresco, toda la planta cuando está en desarrollo intermedio, deshidratado en polvo o escamas, encurtidos, y demás de sus propiedades medicinales. Se comenzó a cultivar en el continente Americano por los años 1629 y en 1806 ya se conocían 6 variedades (Moreira, 2009).

Se trata de un cultivo muy extendido por todo el mundo, pues hay gran número de cultivares con distinta adaptación a las diferencias de clima que influyen en su vegetación. A pesar de ello no todos los países cubren sus necesidades, y han de importar una parte de su consumo.

La superficie total plantada de cebolla en el mundo asciende a más de 2 millones de hectáreas, produciéndose 32.5 millones de

toneladas. En la Unión Europea se producen anualmente unos 3 millones de toneladas de esta hortaliza, en 95.000 ha de superficie. Europa es el único continente productor que importa (1.600.000 t) bastante más de lo que exporta (1.100.000). Los grandes importadores de cebolla europeos (Francia y Alemania) están incrementando rápidamente su producción. En Alemania la producción de cebolla aumenta a un ritmo del 5%.

Fuera de Europa, países como China, India y EEUU, lideran la producción en el mundo. En los últimos cinco años, Nueva Zelanda ha triplicado su producción. En América, los principales países productores son: México, Ecuador, Jamaica y Paraguay, Perú, Argentina y Chile (InfoAgro, 2006).

Cuadro 1: Superficie cultivada de cebollas en los principales países productores.

País	Lugar	Producción 2007 (toneladas)	Superficie 2007 (hectáreas)	Lugar
China	1	20.500.000	1.000.000	1
India	2	8.178.300	619.500	2
Estados Unidos	3	3.602.090	64.460	9
Pakistán	4	2.100.000	66.000	8
Turquía	5	1.779.392	89.000	5
Federación Rusa	6	1.770.000	122.000	4
Irán	7	1.700.000	50.000	12
Brasil	8	1.302.326	62.624	10
México	9	1.200.000	40.000	15
España	10	1.176.500		
Japón	11	1.165.000		
Egipto	12	1.050.000		
Holanda	13	925.000		
República de Corea	14	855.000	41.800	14
Indonesia	15	795.000	89.000	5
Argentina	19	700.000	24.000	25
Perú	23	580.000	18.500	30
Chile	29	388.000	8.000	56

Fuente: FAO, Faostat (2007).

Aljaro (2009), menciona que la oferta de cebollas a nivel mundial es muy variable, dado que la producción está sujeta a factores meteorológicos. Consecuentemente, el comportamiento de los precios internacionales depende de la magnitud de la oferta.

Brasil es un gran productor de cebollas, pero su producción es insuficiente para satisfacer su demanda interna, por lo cual compra volúmenes significativos a países vecinos como Argentina, Perú y Chile, los que aumentan fuertemente cuando su producción local disminuye por causas meteorológicas. Argentina, al igual que Perú y Chile son exportadores y abastecedores habituales de Brasil, EE.UU y de la Unión Europea.

3.1.2 Taxonomía

Según Moreira (2009), la taxonomía de la Cebolla China es:

Reino	:	Plantae
Sub reino	:	Embryophyta
División	:	Fanerógamas
Sub División	:	Angiosperma
Clase	:	Monocotiledónea
Orden	:	Liliales
Familia	:	Liliaceae
Género	:	<i>Allium</i>
Especie	:	<i>fistolosum</i>

3.1.3 Morfología de la cebolla china

La planta es bianual, de polinización cruzada, se desarrolla a partir de una semilla hasta formar bulbo maduro y posteriormente bajo condiciones propicias de clima se produce la floración y división de bulbos. Alcanza una altura y diámetro promedio de 35 cm y 15 a 20 cm, respectivamente.

a. Tallo.

El verdadero tallo se encuentra situado en la base del bulbo, de él brotan las yemas, las hojas y las raíces.

b. Hoja.

La hoja o falso tallo es tubular, erecta, semicilíndrica de color verde y en algunos casos posee una sustancia cerosa. Después que aparece la primera hoja, las demás se desarrollan sucesivamente durante 1 a 10 días; bajo condiciones favorables puede llegar a formar de 10 a 15 hojas, según el cultivo y la época de siembra, estas hojas se van entrelazando unas a otras y formando el llamado falso tallo.

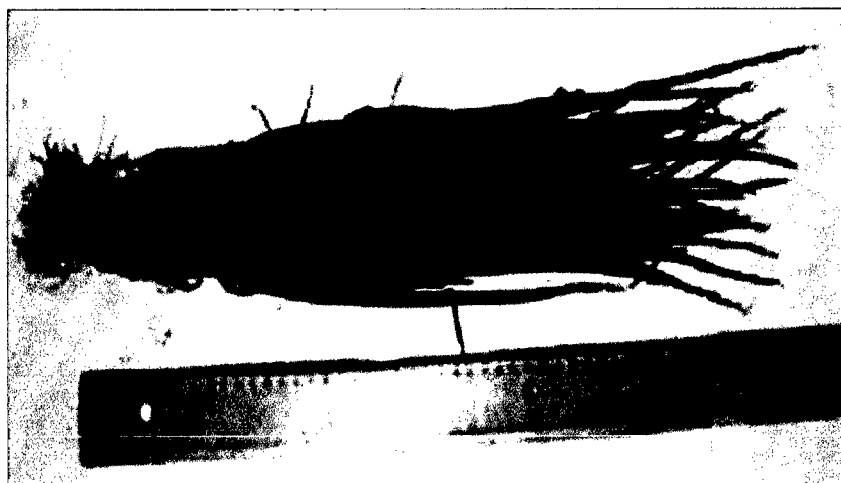


Imagen 1: Raíces, Bulbos y Hojas Cebolla China Fuente: (Moreira, 2009)

c. Bulbo.

El bulbo es el órgano donde se acumulan las sustancias nutritivas de reserva, es una consecuencia de movilización de carbohidratos entre las bases de las hojas más jóvenes. Los principales factores que influyen en su formación son: fotoperiodo, temperatura, altos niveles de nitrógeno y riego.

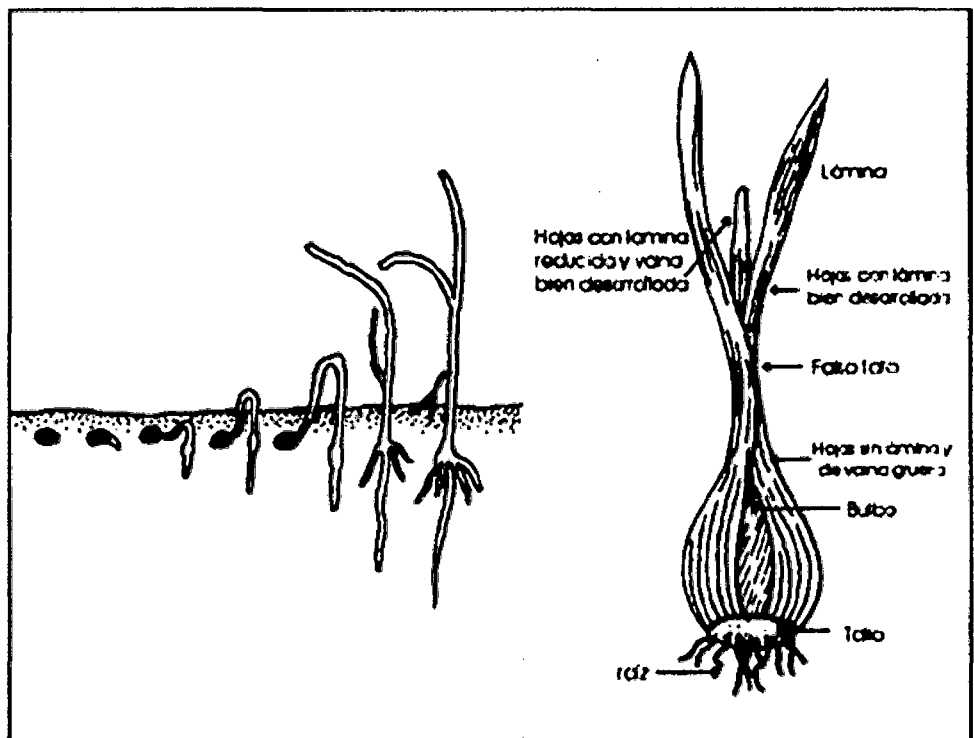


Imagen 2: Bulbo de Cebolla China Fuente: (Moreira, 2009)

d. Raíz.

El sistema radicular es muy superficial, alcanza una profundidad de 7 a 10 cm su mayor volumen se ubica a los primeros 5 cm, la parte basal del bulbo está formada por una placa de tallos donde se forman las raíces adventicias. Más adelante en el desarrollo de la planta se forman las raíces adventicias, que están continuamente desintegrándose y siendo reemplazadas por nuevas.

e. Semilla.

La semilla es producida en la inflorescencia o conjunto de flores (umbela).

Es relativamente pequeña, angulosa y de color negro, cuando está madura, tiene forma arriñonada y mide unos 2 a 3 mm, la mayor parte está constituida por un endospermo, en cuyo interior se encuentra el embrión que tiene forma cilíndrica y está retorcido en un espiral, tiene la capacidad de germinar en temperaturas bajas de 1 a 5°.

Se caracteriza por perder su poder germinativo con rapidez, esto obliga a mantenerla en condiciones especiales para mantener su viabilidad, o sea mantenerla a menos de 6°.



Imagen 3: Umbelas de Cebolla Fuente: (Moreira, 2009)

3.2 Fenología

Moreira (2009), manifiesta que el ciclo de vida de las plantas de cebolla es de mediana complejidad, no sólo por ser un cultivo bianual, sino por la gran cantidad de factores que regulan el paso de la fase de

crecimiento vegetativo a la de formación de bulbo y de ésta a la fase reproductiva.

Cuando la semilla germina, emerge la raíz primaria y la parte del cotiledón se elonga rápidamente, se vuelve de color verde y toma la posición erecta. En este momento sale del tallo la primera raíz adventicia, y la primera hoja crece a través de la vaina tubular del cotiledón.

La germinación y la emergencia de las plántulas están determinadas por la temperatura del suelo y la disponibilidad de agua. La temperatura óptima para la germinación de las semillas está entre los 20 y 25°C, en estas condiciones las plántulas brotan entre los 8 y 10 días después de la siembra.

El proceso de crecimiento de la planta continúa a una tasa constante de una hoja nueva por semana, hasta alcanzar el número característicos de la variedad o hasta variaciones en el periodo luminoso o algún otro factor externo activen la formación del bulbo.

Conforme avanza la formación del bulbo, las hojas viejas se secan, de tal forma que a la cosecha las primeras hojas han desaparecido o permanecen como escamas secas en el exterior del bulbo.

3.3 Condiciones edafoclimáticas para el cultivo de cebolla china.

a. Fotoperiodo.

Chilet (2006), nos menciona que fotoperiodos menores a 12 horas de luz diaria influyen sobre el desarrollo y formación del bulbo, afecta los rendimientos del cultivo, por ser un cultivo sensible al número de horas luz.

b. Temperatura.

Se adapta a diferentes tipos de temperatura; desarrolla bien en climas cálidos, templados y fríos, aunque en las primeras fases de cultivo tolera temperaturas bajo cero, para la formación y maduración del bulbo, pero requiere temperatura ambiental entre los 18 y los 25° C, abajo de los 18° C, los bulbos no desarrollan bien obteniéndose únicamente crecimiento de los tallos. (Casaca, 2006).

c. Altitud.

Moreira (2009), dice que entre los 50 y 300 metros de altura; produciéndose mejor en altitudes arriba de los 900 m.s.n.m., con ambiente seco y luminoso.

d. Luminosidad.

Es fotoperiódica, siendo las de días cortos que desarrollan el bulbo con 10 a 12 horas luz.

e. Suelos.

Prefiere suelos sueltos, profundos, ricos en materia orgánica, de consistencia media y no calcárea. Los aluviones de los valles y los suelos de transporte en las dunas próximas al mar le van muy bien. En

terrenos pedregosos, poco profundos, mal labrados y en los arenosos pobres, los bulbos no se desarrollan bien y adquieren un sabor fuerte.

El intervalo para repetir este cultivo en un mismo suelo no debe ser inferior a tres años, y los mejores resultados se obtienen cuando se establece en terrenos no utilizados anteriormente para cebolla (Casaca, 2006).

Agroforum (2010), menciona que la profundidad de la labor preparatoria varía según la naturaleza del terreno. En suelos compactos la profundidad es mayor que en los sueltos, en los que se realiza una labor de vertedera, sin ser demasiado profunda (30-35 cm.), por la corta longitud de las raíces. Hasta la siembra o plantación se completa con los pases de grada de discos necesarios, normalmente con 1-2, seguido de un pase de rulo o tabla, para conseguir finalmente un suelo de estructura fina y firme.

f. Humedad.

Huancane (2011), menciona que es muy sensible al exceso de humedad, pues los cambios bruscos pueden ocasionar el agrietamiento de los bulbos. Una vez que las plantas han iniciado el crecimiento, la humedad del suelo debe mantenerse por encima del 60% del agua disponible en los primeros 40 cm. del suelo. El exceso de humedad al final del cultivo repercute negativamente en su conservación. Se recomienda que el suelo tenga una buena retención de humedad en los 5-10 cm. superiores del suelo.

g. pH

Maroto (1983), dice que la cebolla prospera mejor en suelos ricos en materia orgánica con cierta tolerancia a suelos salinos; el pH ideal oscila entre 5,8 y 6,5.

h. Fases de desarrollo

La primera fase de crecimiento herbáceo se inicia con la germinación, formándose una planta provista de un tallo muy corto, en el que se insertan las raíces y en el que existe un meristemo que origina progresivamente hojas. En esta fase, la planta desarrolla ampliamente su sistema radicular y foliar.

La segunda fase corresponde a la formación de bulbos, ésta se inicia una vez que cesa la formación de follaje, y la planta inicia la movilización y acumulación de reservas en la base de las hojas, esto es ocasionado por el estímulo de días largos (Komochi, 2010).

Paralelamente, se produce una síntesis muy intensa de glucosa y fructosa que van siendo acumulados en el bulbo.

La tercera fase o de reposo vegetativo es en la que el bulbo maduro está en latencia y la planta no se desarrolla.

La cuarta fase se produce en el segundo año del cultivo, comienza con la floración y termina con la producción de semillas. Se produce una vez lograda la inducción floral por efecto de bajas temperaturas. Durante el desarrollo floral, el ápice comienza a elongarse y a dar forma al escapo floral (Castillo, 1999).

3.4 Manejo del Cultivo

3.4.1 Época de siembra

Huancane (2011), refiere que para cosechar bulbos inmaduros, puede hacerse durante todo el año, teniendo en cuenta que durante la época lluviosa deben seleccionarse terrenos bien drenados para prevenir el apareamiento de enfermedades, ya sea con un buen control preventivo, o con prácticas de protección con plástico, haciéndolo con micro o macro túneles. Para cosechar bulbos maduros, la siembra debe ser planificada para que la cosecha se realice en periodo de verano, libre de lluvias y humedad relativa baja.

3.4.2 Método de siembra.

Densidades de siembra.

Huancane (2011), sugiere que pueden ser de doble hilera, que es el sistema comúnmente utilizado.

Distancia entre camellones: 0.75 m.

Distancia entre hileras: 0.20 m.

Distancia entre plantas: 0.10 m.

Plantas por hectáreas: 266.800

3.4.3 Nutrición mineral de las plantas

Funciones y síntomas de deficiencia

a. Nitrógeno

Forma parte importante en la composición proteica, es vital en la vida de las plantas. Incide en la generación de nuevos órganos vegetativos y en la productividad. La carencia de nitrógeno se observa por poco

desarrollo de los órganos vegetativos, color amarillento en las hojas más viejas, maduración precoz de los bulbos y tamaño reducido de los bulbos. El exceso favorece el desarrollo vegetativo, provocando que la maduración de los bulbos se efectúe tardíamente. En resumen; el nitrógeno incide en favorecer el crecimiento y desarrollo vegetativo (Trejos, 1989).

b. Fósforo

Sirve como vehículo para el transporte de energía a los diferentes procesos del metabolismo e incide en el desarrollo del sistema radicular. Favorece la maduración y prolonga la vida de anaquel de los bulbos. Las hojas nuevas se tornan verde oscura. La carencia de fósforo ocasiona baja maduración y crecimiento de los bulbos. El exceso no es muy común y puede inducir a una deficiencia de calcio (Ca). El fósforo influye en la durabilidad de los bulbos en los anaqueles de los mercados (Trejos, 1989).

c. Potasio

Participa en la síntesis de las proteínas. Importante en el transporte de los hidratos de carbono, favoreciendo la maduración y la resistencia a las enfermedades. La carencia, provoca la muerte de las hojas más viejas seguidas por el secamiento y muerte de las puntas, afectando el desarrollo de los bulbos. El exceso determina una deficiencia del magnesio, nitrógeno y calcio por la acción antagónica del potasio. El potasio influye en favorecer la sanidad de la cebolla. Azufre (S), calcio (Ca) y magnesio (Mg). Como activadores de enzimas, fortalecen las paredes de las células mejorando su permeabilidad. El exceso provoca

necrosis de la parte apical de las hojas. La carencia seca el ápice de las hojas, las cuales al secarse se doblan (Trejos, 1989).

Fertilización

Lo primero que se debe hacer, es realizar muestreo de suelo, y enviarlo al laboratorio para su respectivo análisis, y así obtener datos confiables del estado en general de ese suelo (disponibilidad de los elementos, pH, salinidad, materia orgánica, conductividad eléctrica, C.I.C., etc.). En base a los resultados del análisis del suelo y los requerimientos del cultivo, podremos calcular la cantidad de fertilizantes a aplicar por unidad de área (Huancane, 2011).

Se han determinado las cantidades de nutrientes absorbidos según el rendimiento:

Cuadro 2: Absorción de nutrientes

Rendimiento. t.ha ⁻¹	Cantidades absorbidas en Kg.		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
37	133	22	177
42	160	160	125

Fuente: Huancane (2011).

3.5 Extracción de Nutrientes

Sancho (2006), dice que el diagnóstico de fertilidad de los cultivos requiere de un conocimiento previo de los niveles de absorción y extracción en el órgano cosechable para el logro de un rendimiento objetivo. Es importante tener siempre presente la diferencia de forma

terminológica que existe entre el significado de las palabras, “absorción” y “extracción” de los cultivos. Se entiende por absorción la cantidad total de nutrientes absorbido por el cultivo durante su ciclo de desarrollo. El término extracción, es la cantidad total de nutrientes en los órganos cosechados: grano, forraje u otros.

La diferencia entre los términos es significativa al momento de las recomendaciones de fertilización bajo el criterio de reposición. La reposición utilizando la absorción del cultivo implica la aplicación de todos los nutrientes que fueron tomados por el cultivo y que se encuentran presentes en todos sus tejidos y órganos, cosechables y no cosechables. Sin embargo, la práctica de fertilización por los niveles de extracción de los cultivos, generalmente la más utilizada, sólo busca reponer los nutrientes que son absorbidos y depositados en tejidos y órganos cosechables, y que por lo tanto no son reciclados debido a que no vuelven a ingresar al sistema suelo.

Los requerimientos de absorción y extracción se expresan en términos de kg de nutrientes por tonelada de grano u órgano cosechable, siempre en base seca.

Una curva de absorción es la representación gráfica de la extracción de un nutriente y representa las cantidades de este elemento extraídas por la planta durante su ciclo de vida. La extracción de

nutrientes depende de diferentes factores tanto internos como externos, los más sobresalientes son:

Factores internos

1. El potencial genético de la planta.

Por esta razón es ideal determinar la curva de extracción para cada cultivar.

2. Edad de la planta, o estado de desarrollo de la misma. La curva necesariamente debe reflejar los cambios nutricionales dependientes de la fenología de la planta. Con esto se pueden asociar puntos de máxima absorción con puntos claves de desarrollo como prefloración, floración, fructificación etc.

Factores externos

Los factores externos son aquellos relacionados con el ambiente donde se desarrolla la planta como la temperatura, humedad, brillo solar, etc.

3.6 Elaboración de una curva de Absorción

Horneck (2011), menciona que para realizar una curva de Absorción se debe tener las siguientes consideraciones.

- 1. Seleccionar plantas tipo para el muestreo secuencial de biomasa. Estas plantas deben estar desarrollándose en condiciones ideales de suelo y manejo**
- 2. Seleccionar el cultivar a estudiarse, teniendo en cuenta de no mezclar plantas genéticamente diferentes en una misma curva.**

3. Definir las etapas fenológicas más importantes del ciclo de cultivo cada una de estas etapas fenológicas debe estar representada en el muestreo. Generalmente se determina en días después de la siembra o trasplante.
4. Tomar por lo menos tres muestras en cada etapa fenológica previamente determinada
5. Dividir las plantas muestreadas en sus diferentes tejidos morfológicos (raíz, tallo, hojas, peciolo, frutos etc.). Esto depende de la minuciosidad del experimento
6. Medir el peso fresco de las muestras y enviarlas al laboratorio para la determinación de peso seco, humedad y contenido de nutrientes.
7. Calcular el peso seco promedio y el contenido promedio de nutrientes de las plantas muestreadas y determinar la cantidad de biomasa acumulada y las cantidades de nutrientes extraídos por el cultivo en gramos por planta. Conociendo la población por área se puede calcular la extracción en kg/ha.
8. Graficar la curva de crecimiento (materia seca acumulada en cada estado de muestreo) y la curva de absorción (cantidades extraídas de cada elemento en cada estado de muestreo).

3.7 Importancia y utilidad de las curvas de absorción

Suarez (2009), menciona que conociendo el comportamiento de las curvas de absorción se determinan las épocas de mayor absorción de nutrientes durante el ciclo de crecimiento. Esto a su vez permite definir las épocas de aplicación de los fertilizantes en los programas de

fertilización, que generalmente deberán ocurrir unas dos semanas antes de este pico de alto requerimiento de nutrientes. Con esto se logra maximizar el aprovechamiento de los fertilizantes.

También las curvas de absorción, permiten conocer la calidad nutritiva de los cultivos para consumo humano y animal.

Cuadro 3: Absorción de nutrientes en Cebolla

Absorción de nutrientes	
Un rendimiento de 40 t.ha ⁻¹ absorbe	
N	160 Kg
P ₂ O ₅	70 Kg
K ₂ O	210 Kg
MgO	25 Kg
CaO	30 Kg

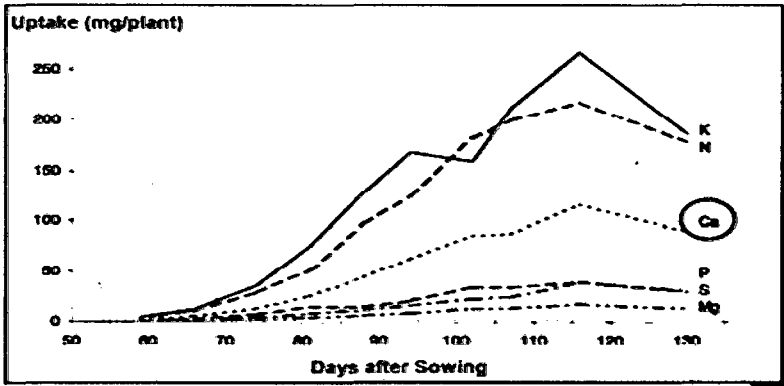


Imagen 4: Curva de Absorción en cebolla Fuente: Suarez (2009).

3.8 Manejo de Nutrientes en Cebolla

Sanchez (2009), manifiesta que la fertilización tiene como finalidad aportar a la planta los nutrientes necesarios para obtener buenos rendimientos, buena calidad de la cosecha, a la vez que el

efecto contaminante sobre el suelo, agua y sobre la propia cosecha, así como el coste sea lo más bajo posible.

A la hora de establecer un programa de fertilización es importante conocer como es la planta, su sistema radicular, el consumo de nutrientes a lo largo del ciclo productivo y tan importante como esto es conocer las características de nuestra parcela.

La planta de cebolla presenta un sistema radicular débil, la mayoría de raíces no profundizan más de 20-25 cm ni se separan más de 15 cm del bulbo, por lo que los elementos nutritivos los deberemos de localizar cerca de la planta. Para una producción comercial de 65 t.ha^{-1} , la extracción de nutrientes por la cebolla viene a ser de: $140\text{-}160 \text{ kg.ha}^{-1}$ de N, $60\text{-}100 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$ y $200\text{-}250 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$. La cebolla es un cultivo sensible a la salinidad por lo que es importante el fraccionamiento del abonado y no regar con aguas salinas.

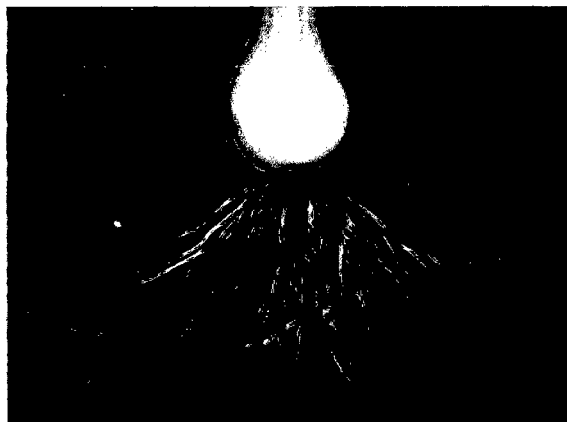


Imagen 5: Sistema radicular de la cebolla Fuente: INTA (2006).

Nitrógeno: La carencia de nitrógeno se manifiesta por presentar las plantas hojas erectas, de color amarillo pálido o verde amarillento. Una

deficiencia de abonado nitrogenado adelanta la bulbación, mientras que un exceso del mismo produce un excesivo desarrollo de la parte aérea y retrasa la bulbación.

Fósforo: La carencia de fósforo produce un retraso en el crecimiento de la planta, maduración del bulbo y alta proporción de tallos gruesos.

Potasio: La carencia de potasio puede producir pardeamiento y posterior necrosis de las puntas de las hojas, reduce la cosecha, retrasa la madurez y baja la capacidad de conservación.

Para ajustar la fertilización a las condiciones particulares de la parcela se debe tener en cuenta el análisis de suelo y de agua y la incorporación de fertilizantes orgánicos.

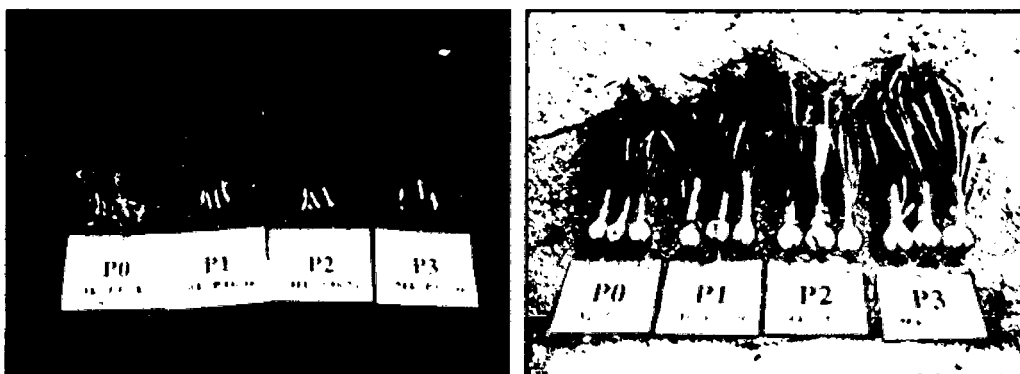


Imagen 6: Influencia de la dosis de fósforo en el desarrollo de la planta y del bulbo Fuente: INTA 2006

3.9 Antecedentes de la Investigación

3.9.1 Valentin (2005), en su trabajo de Investigación titulado, “Absorción periódica de nutrientes por el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.) «Roja Arequipeña» bajo diferentes sistemas de fertilización en un entisol de la costa Paramonga” evaluó el efecto de la fertilización NPK en la absorción de nutrientes, elaboraron las curvas de absorción, y cuantificó

las necesidades nutricionales, en el cultivar de cebolla “Roja Arequipeña”.

El experimento lo condujo en campo comercial en el valle de paramonga – Lima, en un Entisol, empleando la técnica del elemento faltante. Establecieron cinco tratamientos 0-0-0, 0-P-K, N-P-0, Y N-P-K, con las dosis de 180-120-140 kg.ha⁻¹, de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente.

Realizaron 10 muestreos periódicos a los 10, 24 , 38, 52, 66, 80, 94, 108, 122 y 143 días después del transplante, determinándose la acumulación de materia seca y la extracción de nutrientes para los diferentes tratamientos de fertilización.

Encontró notable influencia de la fertilización nitrogenada y fosfatada. Sin lugar a dudas, las técnicas de análisis de suelos y de tejidos ayudan no solamente a corregir deficiencias posibles de encontrar durante la campaña y establecer niveles críticos, también ayuda a calcular en forma eficiente y eficaz el uso de los fertilizantes. Es decir, permiten conocer las cantidades de nutrientes que se deben aplicar y el momento más apropiado para hacerlo.

3.9.2 Handle (2004), en su trabajo “Crecimiento y absorción de nutrientes en cebolla”, realizó lo siguiente:

- Evaluó la demanda de nutrientes en cebolla (*Allium cepa* L.), bajo distintas condiciones de manejo.
- En condiciones de riego infrecuente, evaluó una práctica de manejo, usual entre los agricultores, correspondiente al fraccionamiento del abonado nitrogenado.
- Realizó extracción de nutrientes en condiciones de riego infrecuente, para distintos cultivares.
- Determinó el contenido de Nitrógeno en el sistema radicular.
- Realizó la extracción de nutrientes en condiciones de riego de alta frecuencia.

3.9.3 Aguilar (2011), en su ensayo “Efecto de la fertilización potásica en el cultivo de cebolla” tuvo como objetivo:

- Evaluar la respuesta del Cultivo de Cebolla a cuatro dosis de abonado potásico en un sistema de riego por goteo.

Determinó las variables correspondientes al rendimiento comercial, peso medio de bulbos, componentes del destrío (Calibre pequeño), pudo observar que ni el rendimiento comercial, ni el peso medio de los bulbos, ni el destrío, resultaron afectados de forma significativa por las dosis de potasio. Así mismo, tampoco se registraron diferencias significativas en el vigor de las plantas o en la fecha de tumbado de las hojas.

En conclusión, a tenor de los resultados obtenidos en dicho trabajo, se infiere que la dosis de abonado potásico no afectó de

forma significativa a ninguno de las variables del cultivo estudiado: rendimiento comercial, peso medio de los bulbos, porcentaje de piezas no comerciales y el vigor de las plantas.

3.9.4 Torres (2014), en su trabajo de Tesis “Dinámica de extracción de nutrientes en plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) colectados de tres clones y un híbrido bajo condiciones de vivero en el distrito de la banda de shilcayo” tuvo como objetivos:

- Determinar la dinámica de extracción de nutrientes en plantones de cacao colectados de tres clones y un híbrido bajo condiciones de vivero en el distrito de la Banda de Shilcayo.
- Evaluar la extracción de nutrientes por la planta en tres colecciones clonales (ICS-6, ICS-39 y SCA-6) y un híbrido en plantones de cacao bajo condiciones de vivero en el distrito de la Banda de Shilcayo en los primeros 4 meses de crecimiento.
- Evaluar la influencia de los nutrientes sobre los parámetros de crecimiento y desarrollo del cultivo en su etapa inicial de tres colecciones clonales y un híbrido.

En base a los resultados encontrados formuló las siguientes conclusiones:

- La semilla de cacao presenta mayor proporción de N, S, K, Fe y Mn, liderando los tratamientos T1 (ICS-6) y T2 (ICS-39), sin embargo el Ca, Cu y B son los elementos que se encuentran en menor proporción.

- El K es el elemento más importante para la producción de plantones de cacao en vivero por ser el elemento más extraído.
- Al final del experimento el sustrato del tratamiento T0 (Híbrido) indicó menor cantidad de Mg y Fe, sin embargo del tratamiento T1 (ICS-6) menor cantidad de Zn y Mn, así mismo del tratamiento T2 (ICS-39) menor cantidad de P, K, Ca, B y el tratamiento T3 (SCA-6) de N, P y S.
- El tratamiento T2 (ICS-39) extrajo más K en la raíz, cotiledón y hojas, sin embargo los tratamientos T0 (Híbrido) y T3 (SCA-6) extrajeron más K en el tallo. Por otra parte se encontró mayor proporción de Fe en los tratamientos T0 (Híbrido) y T2 (ICS-39) en la raíz y cotiledón, los tratamientos T2 (ICS-39) y T3 (SCA-6) en el tallo, T0 (Híbrido) y T3 (SCA-6) en la hoja.
- Estadísticamente no existieron diferencias significativas entre tratamientos en relación a la altura de tallo (30 días), número de hojas (30, 60, 90 y 120 días) y área foliar (30, 60, 120 días), notándose diferencias numéricas.
- El tratamiento T0 (Híbrido) mostró mejores características con respecto a altura de tallo, diámetro de tallo y número de hojas, sin embargo el tratamiento T3 (SCA-6) lo mostró en área foliar.

3.9.5 Guerrero (2014), en su trabajo de Tesis “Determinación de las curvas de absorción de fósforo y potasio en el cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) bajo condiciones de bello horizonte”, tuvo como objetivos:

- Determinar los niveles de extracción en fósforo (P) y potasio (K) por el cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.).
- Determinar la curva de absorción de P y K para el cultivo.
- Determinar la etapa fenológica de mayor absorción de fósforo (P) y potasio (K) para el cultivo.

En base a los resultados encontrados formuló las siguientes conclusiones:

- La aplicación de 45 kg.ha^{-1} de KCl + 67.5 kg.ha^{-1} de ST (T3) determinó que el mayor contenido de fósforo por el cultivo sea de $16.29 \text{ kg P.ha}^{-1}$ a los 225 días después de la siembra, siendo que el tallo se concentró el mayor contenido con $6.395 \text{ kg P.ha}^{-1}$
- La aplicación de 45 kg.ha^{-1} de KCl + 67.5 kg.ha^{-1} de ST (T3) determinó que el mayor contenido de potasio por el cultivo sea de $81.561 \text{ kg K.ha}^{-1}$ a los 225 días después de la siembra, siendo que en el fruto se concentró el mayor contenido con 32.553 K.ha^{-1} .
- La curva de absorción total, contenido de potasio y fósforo, área foliar y materia seca obtenida por el cultivo de sachá inchi, registró tasas de incremento exponencial en función del tiempo de desarrollo del cultivo, obteniéndose los máximos valores a los 225 días después de la siembra.
- La aplicación de 45 kg.ha^{-1} de KCl + 67.5 kg.ha^{-1} de ST (T3) determinó el mayor desarrollo foliar del cultivo con 20014.02 kg a los 225 días después de la siembra y con 4639.06 kg de Materia seca. ha^{-1} .

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción y características del área de experimentación.

El presente trabajo se realizó en un terreno de propiedad del Sr. Justo Arévalo García, ubicado en el distrito de Caynarachi, provincia de Lamas, región San Martín.

El área experimental fue una purma donde anteriormente tuvo plantaciones de plátano, maíz y yuca.

4.1.1 Ubicación Geográfica y Política.

a. Ubicación Geográfica.

Latitud sur	:	06° 19' 49.52"
Longitud oeste	:	76° 17' 6.19"
Altitud	:	187 m.s.n.m.m

b. Ubicación Política

Distrito	:	Caynarachi
Provincia	:	Lamas
Región	:	San Martín

4.1.2 Características Edáficas

El resultado de análisis de suelo inicial, reporta una textura franco arenosa, con un pH moderadamente ácido de 5,58, un % de Materia orgánica baja de 1,55% y derivando a un contenido de Nitrógeno bajo de

0,078%, análogamente el contenido de fósforo es de 35 ppm, encontrándose en niveles altos, tenemos la presencia del Potasio en niveles muy bajos 30.42 ppm, el contenido de Calcio y Magnesio, son 9 y 0,67 meq/100 g de suelo.

Resultados del análisis de suelos

Realizados los cálculos respectivos que reporta el Análisis de Suelo inicial se obtienen las siguientes cantidades con respecto a los macronutrientes N, P, K.

- 21.77 kg/ ha⁻¹ de Nitrógeno Asimilable
- 2.425 kg/ ha⁻¹ de Fósforo Asimilable
- 33.116 kg/ ha⁻¹ de Potasio Asimilable

Cuadro: Resultados del análisis de suelo

Tratamientos	T1	T2	T3	T0
DOSIS kg/ ha ⁻¹	85	100	150	0
	50	70	90	0
	160	200	240	0
DOSIS POR HECTÁREA kilogramos (kg)				
UREA	263.98	310.56	465.84	0.00
SFTCa	155.28	217.39	279.50	0.00
KCl	380.95	476.19	571.43	0.00
DOSIS POR PARCELA DE 1 m2 gramos (g)				
UREA	26.398	31.056	46.584	0.00
SFTCa	15.528	21.739	27.950	0.00
KCl	38.095	47.619	57.143	0.00
DOSIS POR PLANTA (60 PLANTAS POR PARCELA) gramos (g)				
UREA	0.44	0.52	0.78	0.00
SFTCa	0.26	0.36	0.47	0.00
KCl	0.63	0.79	0.95	0.00

Fuente: Laboratorio de suelos de la FCA-UNSM-T, 2014

4.1.3 Características Climáticas

Los datos meteorológicos presentados durante el periodo de ejecución (mayo a setiembre 2014) de la presente tesis son los siguientes.

Cuadro:

Temperatura máxima media mensual en °C año 2014						
Meses	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	promedio
Media	31.4	31.4	31.1	32.4	33.4	31.9

Fuente: SENAMHI San Martín, 2014.

Cuadro:

Temperatura mínima media mensual en °C año 2014						
Meses	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	promedio
Media	25.5	21.8	21.2	20.9	21.6	21.6

Fuente: SENAMHI San Martín, 2014.

Cuadro:

Temperatura media mensual en °C año 2014						
Meses	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	promedio
Media	26.1	25.9	25.6	25.9	26.4	26

Fuente: SENAMHI San Martín, 2014.

Cuadro:

Humedad relativa promedio mensual en (%) año 2014						
Meses	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	promedio
Media	89	87	85	84	84	86

Fuente: SENAMHI San Martín, 2014.

Cuadro:

Precipitación total mensual en (mm) año 2014						
Meses	mayo	junio	julio	agosto	setiembre	Total
Total	294.0	199.5	170.6	211.0	187.2	1062.3

Fuente: SENAMHI San Martín, 2014.

4.2 Material genético usado en la Investigación

Para el estudio se utilizó Cebolla China (*Allium fistulosum* L.) variedad Roja Chiclayana.

4.3 Dosis de fertilización

Cuadro:

DOSIS	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	0	0	0
1	85	50	160
2	100	70	200
3	150	90	240

Cuadro 4: Dosis de fertilización

Fuentes: Urea (46% N)

Superfosfato Triple de Calcio (46% P₂O₅)

Cloruro de Potasio (60 % K₂O)

4.4 Periodos de evaluación

Se evaluó a los 10, 20, 30, 60 días

4.5 Metodología

4.5.1 Diseño Experimental

Para el trabajo se utilizó el diseño de bloques completamente randomizado (DBCA), con de 4 tratamientos y 3 observaciones por tratamiento.

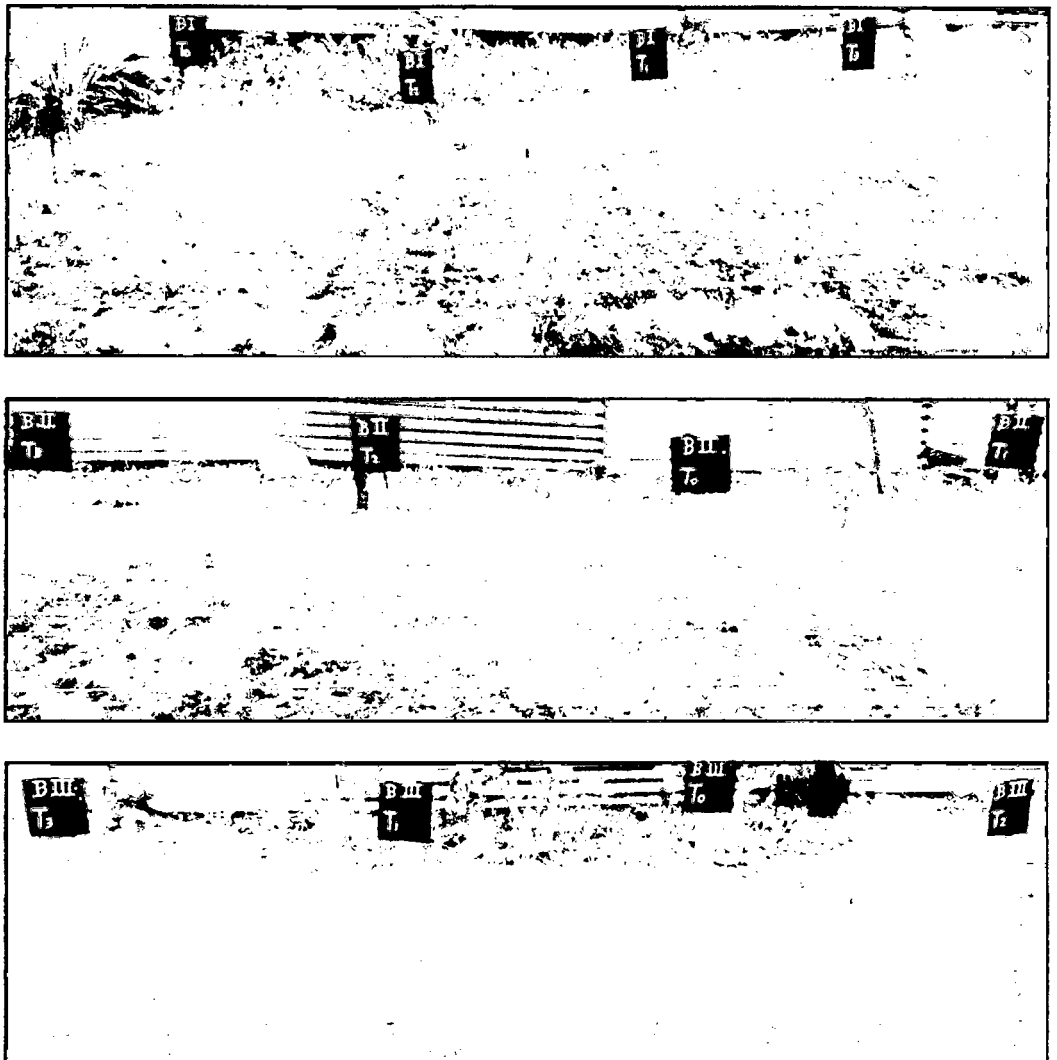


Imagen 7: Distribución por Bloques y Tratamientos DBCA (Fotos: Banny Castillo)

Para este Diseño el modelo aditivo lineal es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : es la respuesta (variable de interés o variable medida)

μ : es la media general del experimento

τ_i : es el efecto de tratamiento

ε_{ij} : es el error aleatorio asociado a la respuesta Y_{ij} .

Análisis de varianza.

Cuadro 5: Análisis de Varianza.

Fuentes de variabilidad	G.L
Bloques	$(t - 1) = 3$
Repeticiones	$r - 1 = 2$
Error	$(t - 1)(r - 1) = 6$
Total	$(r t) - 1 = 11$

Para efectos de comparación y análisis se realizó la prueba de comparación de medias según Duncan, con una significancia del 5%.

4.5.2 Tratamientos estudiados.

Los tratamientos consistieron en Dosis de N, P, K ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) aplicados al cultivo.

Cuadro 6: Tratamientos estudiados

Tratamientos	Dosis (N - P - K)
T0	0-0-0
T1	85-50-160
T2	100-70-200
T3	150-90-240

4.5.3 Periodo de Ejecución.

El experimento se desarrolló en un periodo de 120 días (4 meses).

Fecha de inicio : 27 de mayo de 2014

Fecha de término : 27 de setiembre de 2014

4.5.4 Conducción del experimento

a. Instalación del experimento

Se preparó el terreno procediendo con la limpieza de la maleza con palana y rastrillo, posteriormente se realizó el volteo respectivo a una profundidad aproximada de 25 cm, se homogenizó el área desmenuzando los terrones y se procedió a instalar el cultivo, el cual consistió en 12 parcelas de 1m² cada una, las dimensiones de las parcelas fueron 1 x 1 m, se instalaron 3 boques de 1.5 m de ancho x 7 m de largo.



Imagen 8: Área del experimento (Foto: Banny Castillo)

b. Selección y manejo de la semilla

Para asegurar obtener bulbos con buenas características deseadas, se inició con la elección de buena semilla. Después de haber seleccionado las semillas, se aplicó el fungicida Homai 2 g por kilogramo.



Imagen 9: Selección y pesado de la semilla
(Foto: Banny Castillo)

c. Densidad y siembra

El distanciamiento a sembrar es de 20 cm entre hileras y 8 cm entre plantas. (600000 por ha^{-1}) y se procedió con la siembra, colocando la semilla en forma vertical en el hoyo de 2 cm, luego se cubrió con un poco de tierra para tapar el bulbo sembrado.

d. Manejo del cultivo

d.1 Riego

Los riegos se realizaron en forma periódica, dependiendo de la condición climática, siempre se ha mantenido al cultivo con buenas condiciones de humedad.

d.2 Control fitosanitario

Esta actividad se realizó al inicio del experimento, no presentándose ningún problema que pudiera pasar el nivel de daño económico del cultivo. Como prevención se aplicó Cipermax Super 10CE (Alfacipermetrina) a razón de 60 ml/10L de agua, aplicación con mochila manual, debido que

se notó la presencia de Trips, (*Thrips tabaci*), siendo controlado en forma eficiente y total.

d.3 Control de Malezas

El control de malezas se realizó en forma manual a los 15 días de instalación del cultivo, no teniendo presencia de malezas en el desarrollo del mismo.

d.4 Toma de muestras para análisis foliar

Las muestras se tomaron en campo al azar y se registraron inmediatamente, el peso fresco tanto de la parte aérea (hojas o tallos) y también de los bulbos, luego de realizar dichas actividades se trasladaron las muestras al Laboratorio para proceder al secado en estufa, a una temperatura de 80 °C por 48 horas.

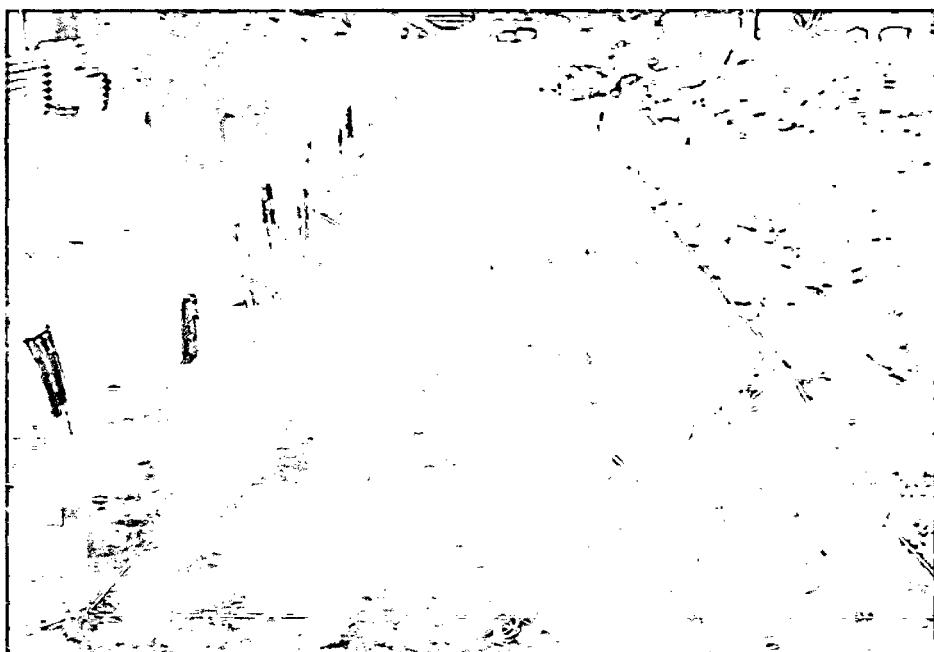


Imagen 10: Parcela Instalada



Imagen 11: Toma de muestras (fotos: Banny Castillo)

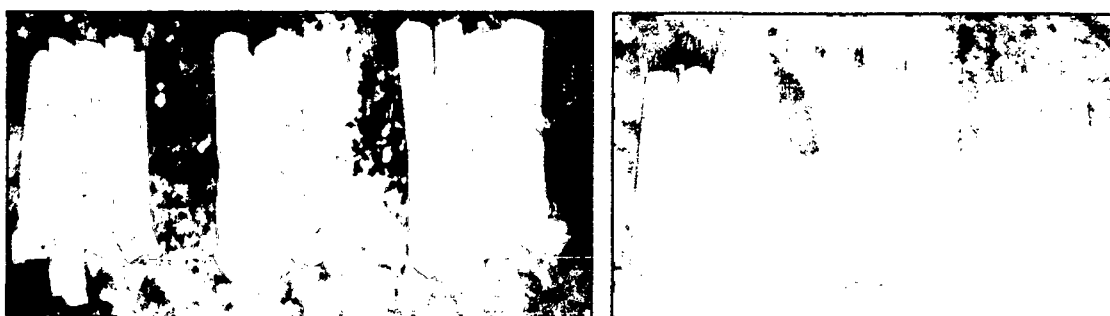


Imagen 12: Empaque de muestras (fotos: Banny Castillo)

d.5 Análisis de tejido vegetal

Los análisis de tejido vegetal se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Foliareos de la Facultad de Ciencias Agrarias, utilizando la Metodología de Digestión húmeda, con solución nítrica perclórica y las determinaciones se realizaron por Espectrofotometría de Absorción atómica para la determinación de Potasio. Para la determinación de Fósforo, se utilizó el extracto de la digestión húmeda y la determinación se realizó por Espectrofotometría UVisible.

La determinación de Nitrógeno se realizó por el método Kjeldhal, previa digestión de muestra, destilado y titulación respectiva.

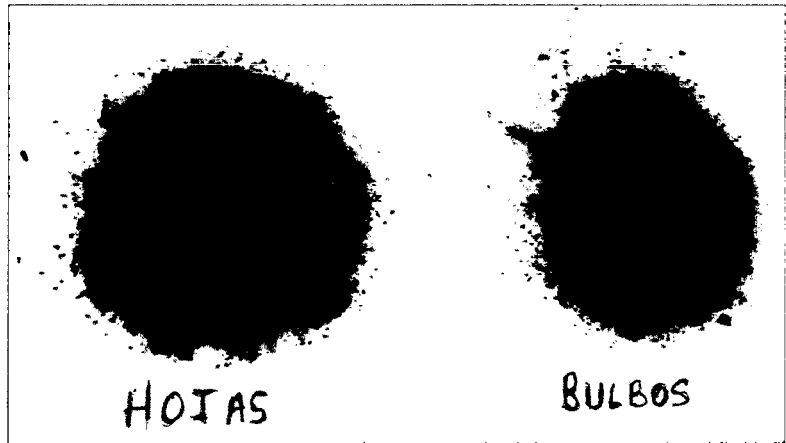


Imagen 13: Muestras procesadas Lab. Suelos FCA (Foto: Banny Castillo)

4.5.5 Evaluaciones realizadas

1. Peso fresco y peso seco de bulbos y hojas por tratamientos a los 10,20,30 y 60 días

De las muestras se tomaran los pesos frescos y se sometieron al secado en estufa a una temperatura de 80°C por 72 horas; posteriormente se tomaron los pesos de la materia seca.

Los mencionados resultados fueron analizados con el Programa Estadístico INFOSTAT Versión 14.2.

2. Análisis químico foliares de bulbos

Con la materia seca de bulbos se procedió a realizar los análisis químicos, determinando porcentajes de Nitrógeno (%N), Fósforo (%P) y Potasio (%K) en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Foliares de la Facultad de Ciencias Agrarias. Las metodologías utilizadas se muestran en el cuadro:

Determinaciones	Metodología	Equipo
Nitrógeno	Micro Kjendhal	Digestor Raypa Detilador Raypa 1500
Fósforo	Colorimetria	Espectrofotómetro UV visible Nova 60
Potasio	Digestión húmeda con solución Nitrica – perclórica, Absorción Atómica	Digestor Raypa Espectrofotómetro de Absorción Atómica Savantaa GBC

Los resultados obtenidos de los análisis de bulbos, expresados en porcentaje (%), fueron transformados extrayéndoles la raíz cuadrada y procediendo a analizarlos en el Programa Estadístico INFOSTAT Versión 14.2.

3. Análisis químico foliares de hojas

Con la materia seca de hojas se procedió a realizar los análisis químicos, determinando porcentajes de Nitrógeno (%N), Fósforo (%P) y Potasio (%K) en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Foliares de la Facultad de Ciencias Agrarias. Las metodologías utilizadas se muestran en el cuadro:

Análisis	Metodología	Equipo
Nitrógeno	Micro Kjendhal	Digestor Raypa Detilador Raypa 1500
Fósforo	Colorimetría	Espectrofotómetro UV visible Nova 60
Potasio	Digestión húmeda con solución Nítrica – perclórica, Absorción Atómica	Digestor Raypa Espectrofotómetro de Absorción Atómica Savantaa GBC

Los resultados obtenidos de los análisis de hojas, son expresados en porcentaje (%), fueron transformados extrayéndoles la raíz

cuadrada y procediendo a analizarlos en el Programa Estadístico INFOSTAT Versión 14.2.

4. Extracción de macronutrientes (N,P,K) por tratamientos (kg.ha⁻¹)

- Tratamiento Testigo (T0)
- Tratamiento (T1)
- Tratamiento (T2)
- Tratamiento (T3)

De acuerdo a los resultados porcentuales y al peso de la materia seca obtenidos, tanto de bulbos como de hojas, éstos se han totalizado y se han realizado las gráficas respectivas, notándose claramente cuál es el comportamiento de la extracción de nutrientes, en los respectivos periodos de evaluación.

5. Curvas de extracción de macronutrientes (N,P,K) por tratamientos (kg.ha⁻¹)

- Curvas de Extracción en T0
- Curvas de Extracción en T1
- Curvas de Extracción en T2
- Curvas de Extracción en T3

A partir de la evaluación anterior, se procedió a obtener los puntos de extracción a los 10, 20,30 y 60 días respectivamente, notándose

también el comportamiento de los puntos más altos y más bajos de las extracciones.

6. Extracción total de macronutrientes por tratamiento (kg.ha⁻¹)

Gráfica referida al acumulado total por tratamientos a los 60 días, constituyendo esto la extracción final de nutrientes. En los resultados se muestra la gráfica respectiva.

V. RESULTADOS

5.1 Evaluaciones de peso fresco y peso seco de bulbos y hojas

5.1.1 Primera Evaluación (10 días)

a. Peso fresco de bulbos

Tabla 1: ANVA peso fresco de bulbos

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	5.53	2	2.76	6.96	0.0273 *
Tratamientos	1.02	3	0.34	0.86	0.5109 NS
Error experimental	2.38	6	0.40		
Total	8.93	11			

$R^2 = 73\%$

Promedio = 4.3225

C.V. = 14.58%

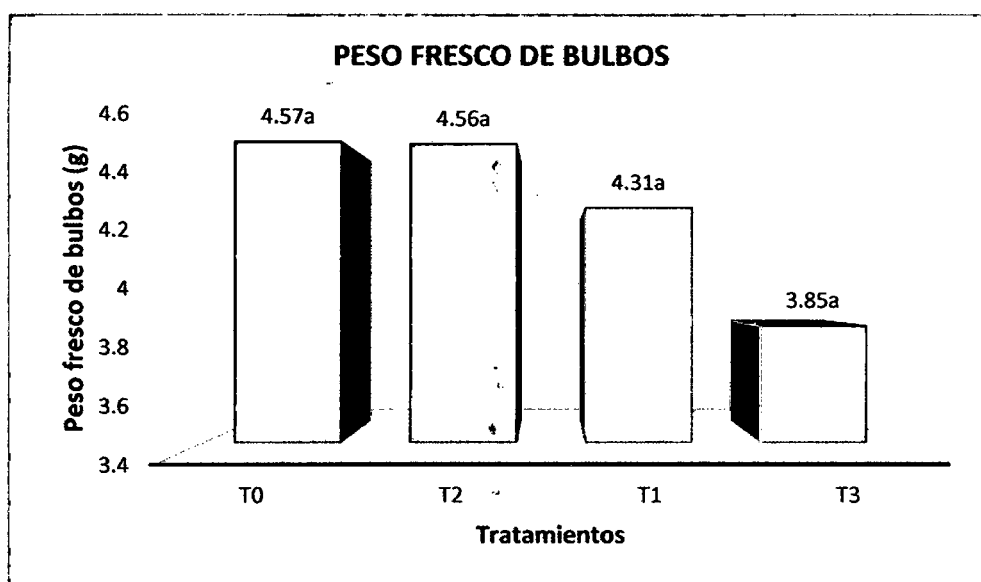


Gráfico 1: Duncan Peso fresco de bulbos

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

b. **Peso seco de bulbos**

Tabla 2: ANVA peso seco de bulbos

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	1.50	2	0.75	0.87	0.4664 NS
Tratamientos	5.62	3	1.87	2.17	0.1927 NS
Error experimental	5.18	6	0.86		
Total	12.29	11			

$R^2 = 58 \%$

Promedio = 3.46

C.V. = 26.86 %

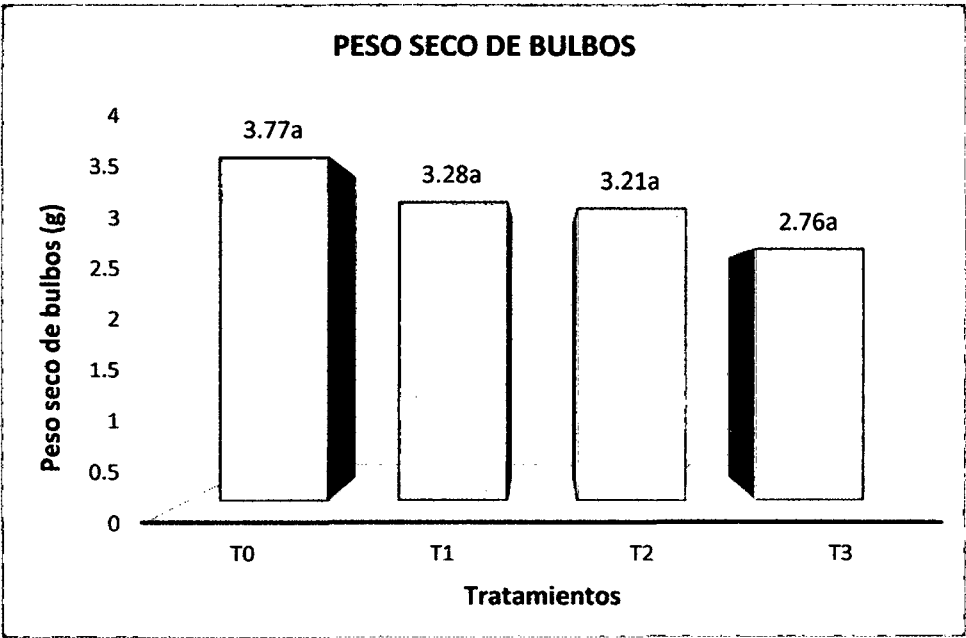


Gráfico 2: Duncan peso seco de bulbos

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

c. **Peso fresco de hojas**

Tabla 3: ANVA peso fresco de hojas

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	14.36	2	7.18	5.82	0.0394 *
Tratamientos	5.18	3	1.73	1.40	0.3317 NS
Error experimental	7.41	6	1.23		
Total	26.95	11			

$R^2 = 73 \%$

Promedio = 5.66

C.V. = 19.64 %

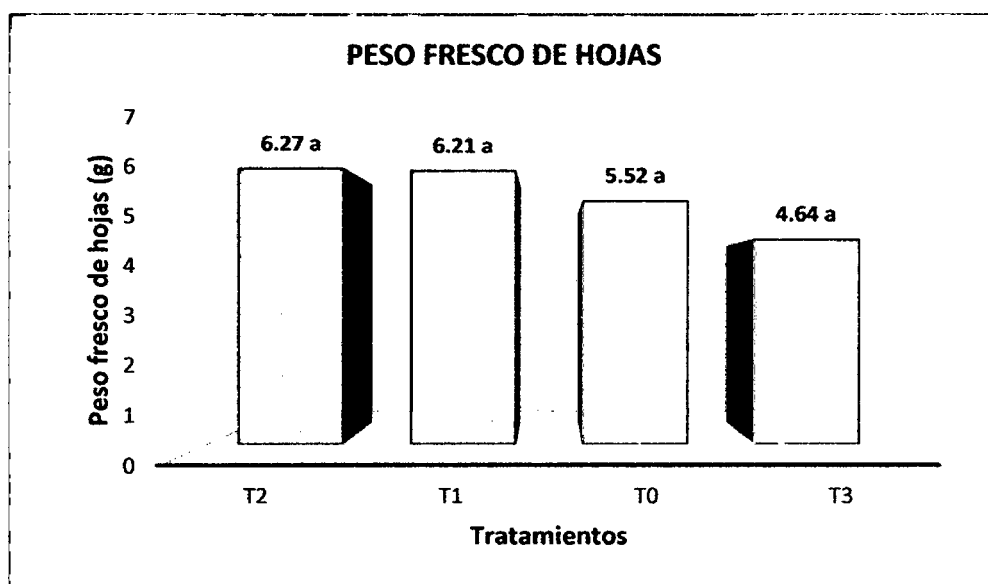


Gráfico 3: Duncan Peso fresco de hojas

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

d. Peso seco de hojas

Tabla 4: ANVA peso seco de hojas

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	4.3	2	2.15	4.55	0.0627 *
Tratamientos	2.17	3	0.72	1.53	0.3000 NS
Error experimental	2.83	6	0.47		
Total	9.31	11			

$R^2 = 70 \%$

Promedio = 3.27

C.V. = 21.02 %

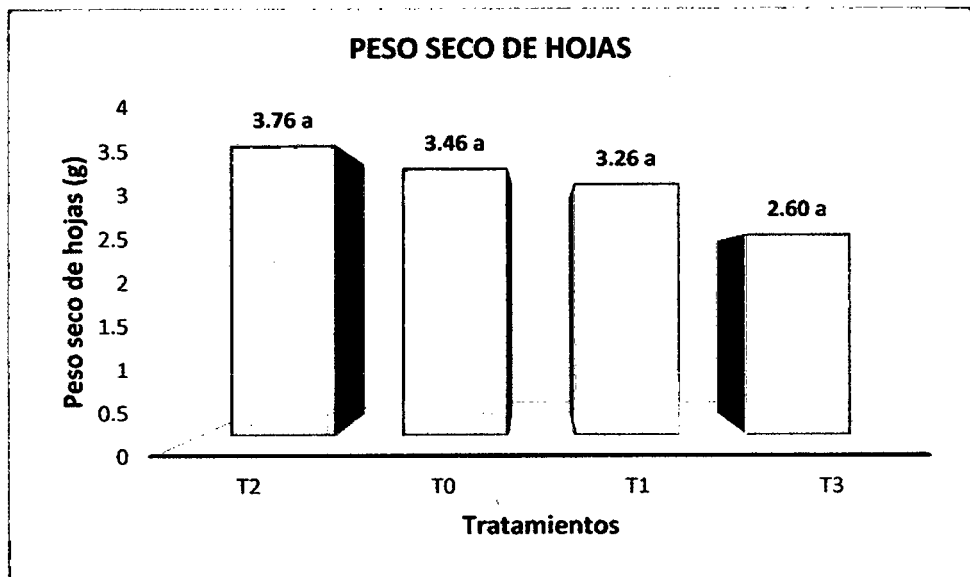


Gráfico 4: Duncan peso seco de hojas

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.1.2 Segunda Evaluación (20 días)

a. Peso fresco de bulbos

Tabla 5: ANVA peso fresco de bulbos

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	5.89	2	2.94	1.79	0.2450 NS
Tratamientos	15.12	3	5.04	3.07	0.1124 NS
Error experimental	9.84	6	1.64		
Total	30.86	11			

$R^2 = 68 \%$

Promedio = 10.145

C.V. = 12.62 %

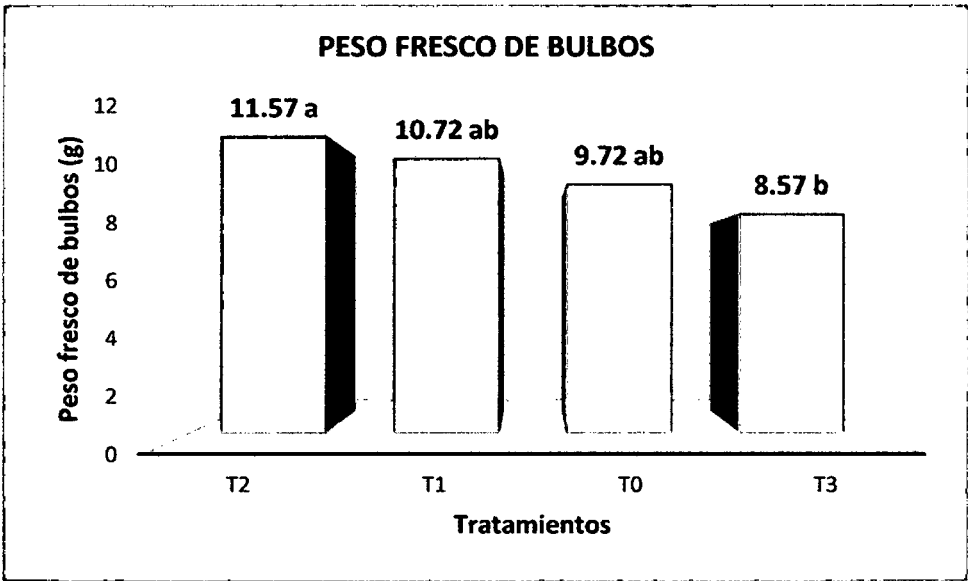


Gráfico 5: Duncan peso fresco de bulbos

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

b. **Peso seco de bulbos**

Tabla 6: ANVA peso seco de bulbos

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	0.53	2	0.27	2.65	0.1501 NS
Tratamientos	0.41	3	0.14	1.35	0.3434 NS
Error experimental	0.60	6	0.10		
Total	1.55	11			

$R^2 = 61 \%$

Promedio = 1.3825

C.V. = 22.99 %

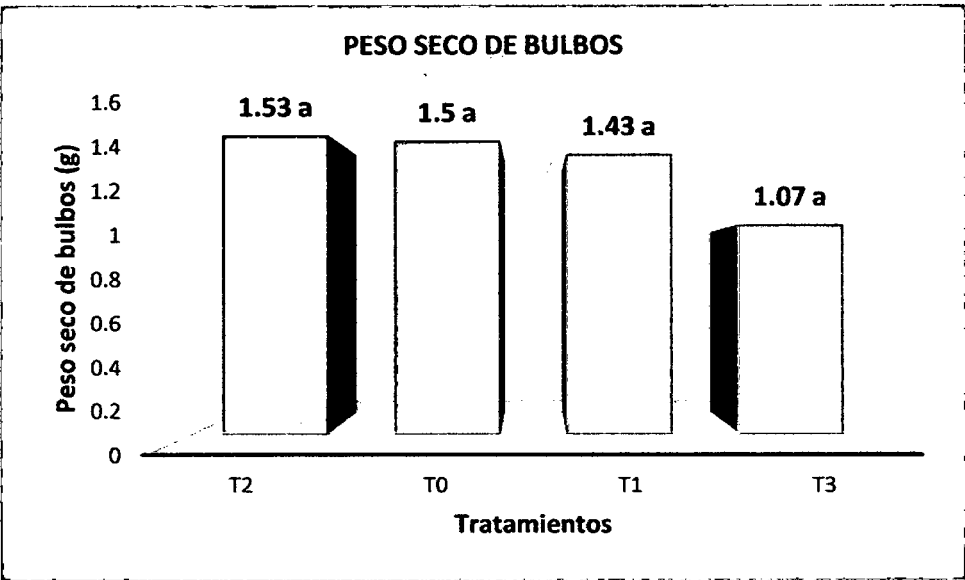


Gráfico 6: Duncan peso seco de bulbos

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

c. Peso fresco de hojas

Tabla 7: ANVA peso fresco de hojas

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	159.99	2	80.00	2.37	0.1747 NS
Tratamientos	291.18	3	97.06	2.87	0.1257 *
Error experimental	202.80	6	33.80		
Total	653.98	11			

$R^2 = 69 \%$

Promedio = 23.1875

C.V. = 25.07 %

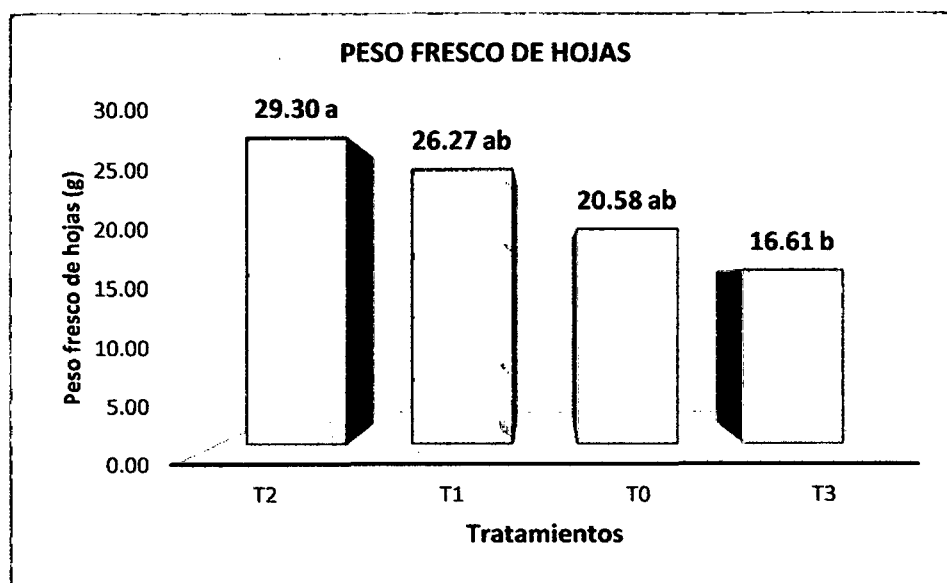


Gráfico 7: Duncan peso fresco de hojas

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

d. Peso seco de hojas

Tabla 8: ANVA peso seco de hojas

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	2.93	2	1.47	1.70	0.2608 NS
Tratamientos	2.73	3	0.91	1.05	0.4353 NS
Error experimental	5.19	6	0.86		
Total	10.85	11			

$R^2 = 52 \%$

Promedio = 2.50

C.V. = 37.23 %

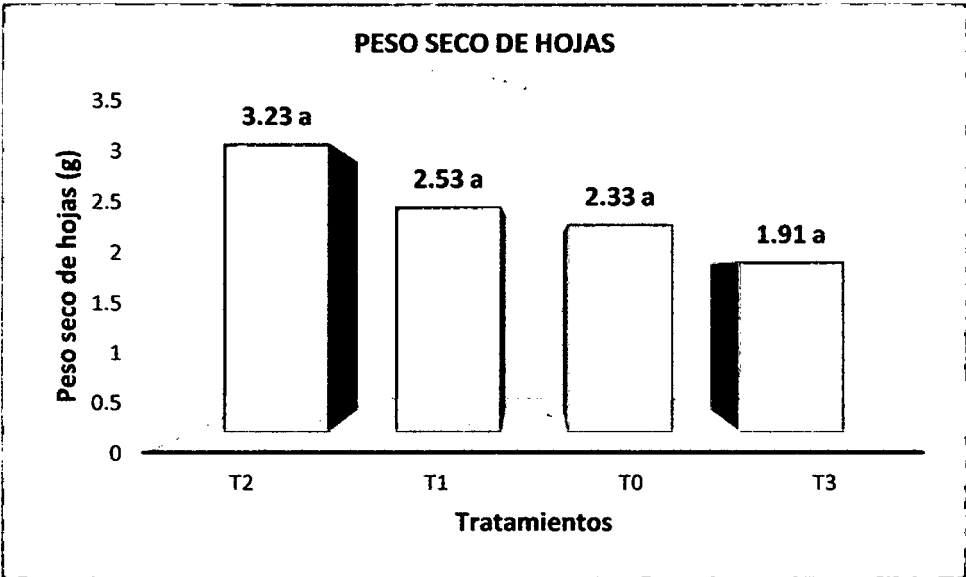


Gráfico 8: Duncan peso seco de hojas

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.1.3 Tercera Evaluación (30 días)

a. Peso fresco de bulbos

Tabla 9: ANVA peso fresco de bulbos

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	181.98	2	90.99	2.25	0.1579 NS
Tratamientos	105.16	3	35.05	0.98	0.4614 NS
Error experimental	214.08	6	35.68		
Total	501.23	11			

$R^2 = 57 \%$

Promedio = 18.50

C.V. = 32.29 %

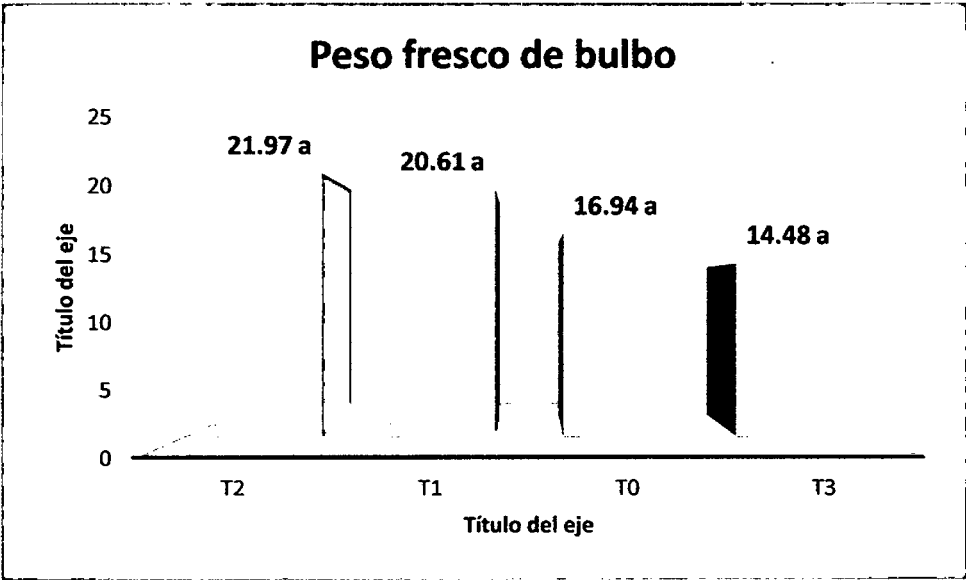


Gráfico 9: Duncan peso fresco de bulbos

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

b. Peso seco de bulbos

Tabla 10: ANVA peso seco de bulbos

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	12.05	2	6.02	1.15	0.3773 NS
Tratamientos	9.27	3	3.09	0.59	0.6432 NS
Error experimental	31.39	6	5.23		
Total	52.71	11			

$R^2 = 40 \%$

Promedio = 4.78

C.V. = 47.77 %

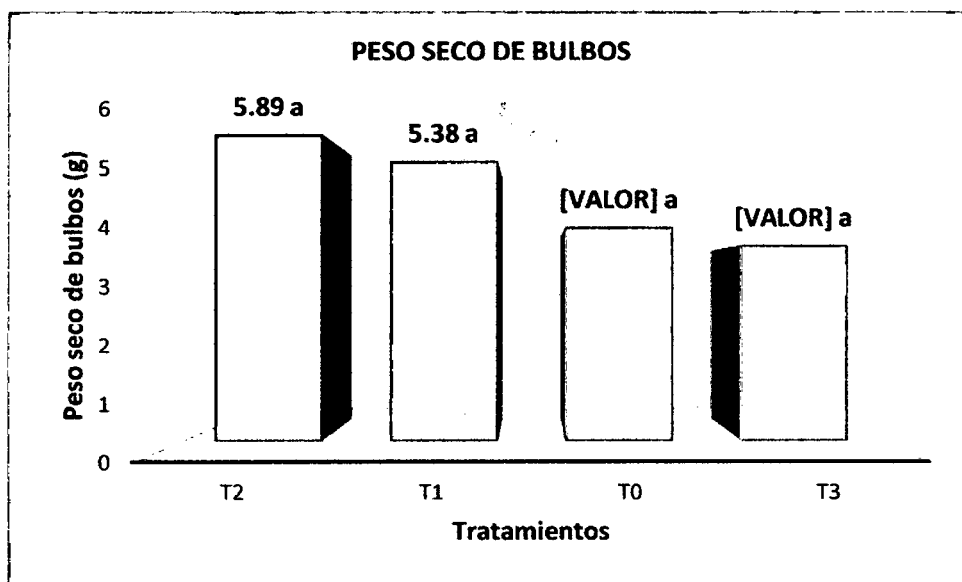


Gráfico 10: Duncan peso seco de bulbos

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

c. Peso fresco de hojas

Tabla 11: ANVA peso fresco de hojas

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	412.25	2	206.12	2.59	0.1543 NS
Tratamientos	682.30	3	227.43	2.86	0.1265 NS
Error experimental	476.96	6	79.49		
Total	1571.51	11			

$R^2 = 44 \%$

Promedio = 32.735

C.V. = 27.24 %

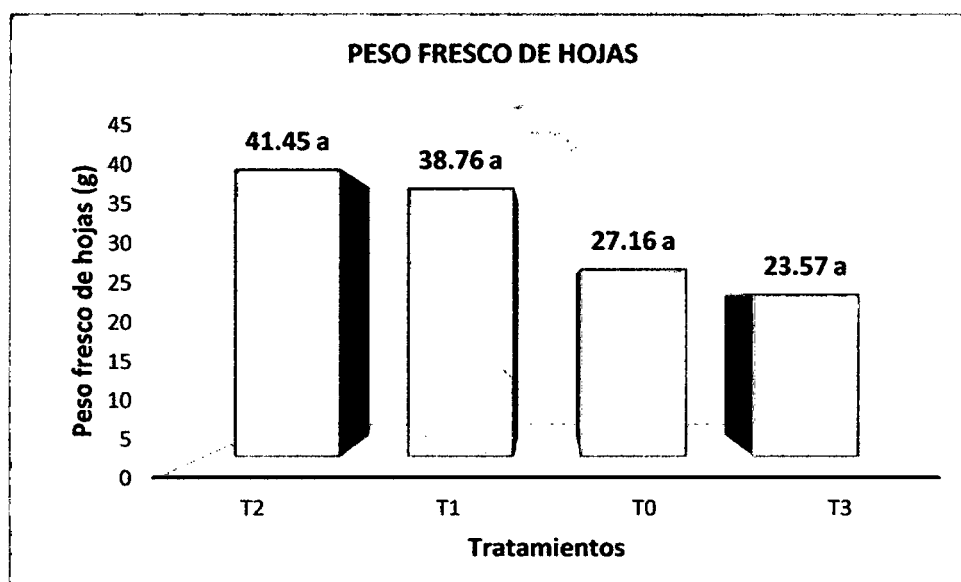


Gráfico 11: Peso fresco de hojas

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

d. Peso seco de hojas

Tabla 12: ANVA peso seco de hojas

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	16.03	2	8.02	4.14	0.0740 *
Tratamientos	9.15	3	1.58	1.58	0.29 NS
Error experimental	11.60	6	1.93		
Total	36.79	11			

$R^2 = 68\%$

Promedio = 4.4125

C.V. = 31.52 %

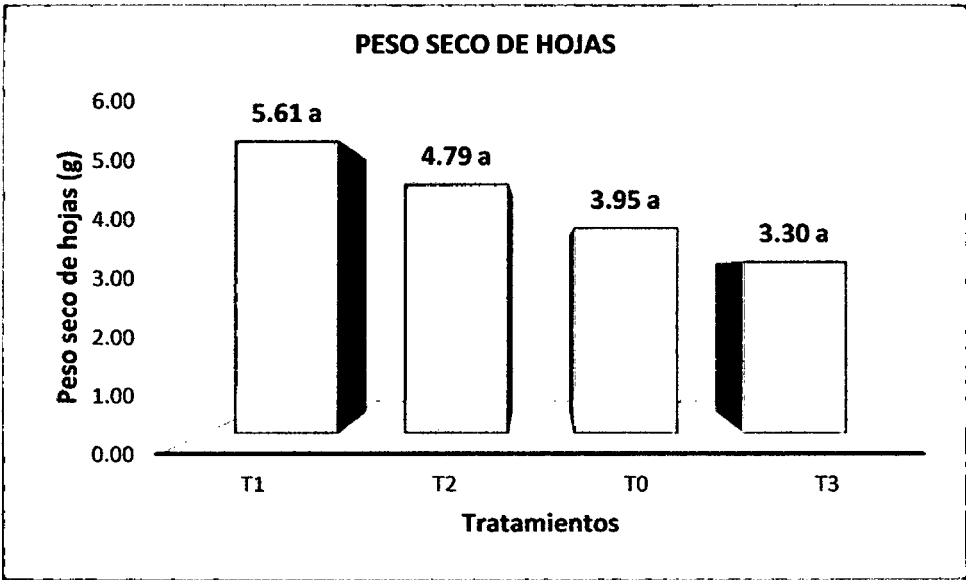


Gráfico 12: Duncan peso seco de hojas
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.1.4 Cuarta Evaluación (60 días)

a. Peso fresco de bulbos

Tabla 13: ANVA peso fresco de bulbos

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	964.55	2	482.27	5.29	0.0475 *
Tratamientos	377.64	3	125.88	1.38	0.3364 NS
Error experimental	547.52	6	91.25		
Total	1889.71	11			

R² = 71 %

Promedio = 31.6075

C.V. = 30.22 %

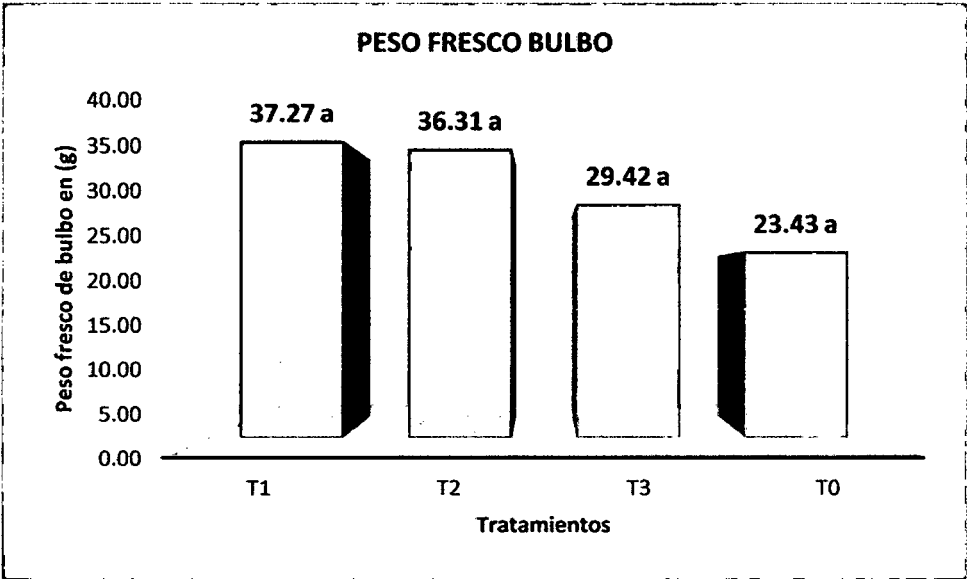


Gráfico 13: Duncan peso fresco de bulbos
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

b. Peso seco de bulbos

Tabla 14: ANVA peso seco de bulbos

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	92.36	2	46.18	13.44	0.0061 **
Tratamientos	42.87	3	14.29	4.16	0.0651 *
Error experimental	20.61	6	3.43		
Total	155.84	11			

$R^2 = 87 \%$

Promedio = 9.335

C.V. = 19.85 %

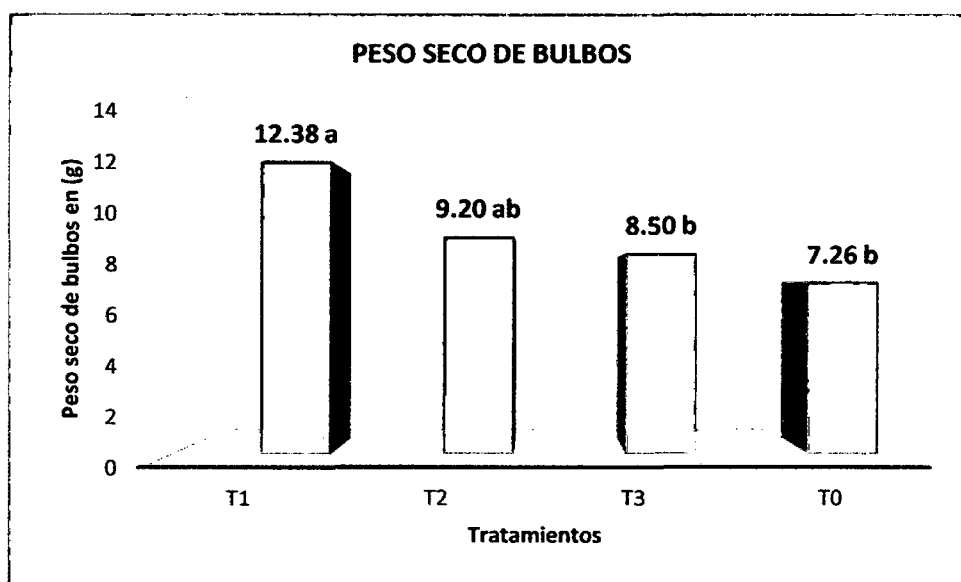


Gráfico 14: Duncan peso seco de bulbos

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

c. Peso fresco de hojas

Tabla 15: ANVA peso fresco de hojas

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	1431.51	2	715.76	4.56	0.0625 *
Tratamientos	1121.47	3	373.82	2.38	0.1685 NS
Error experimental	942.25	6	157.04		
Total	3495.23	11			

$R^2 = 73 \%$

Promedio = 35.2675

C.V. = 35.53 %

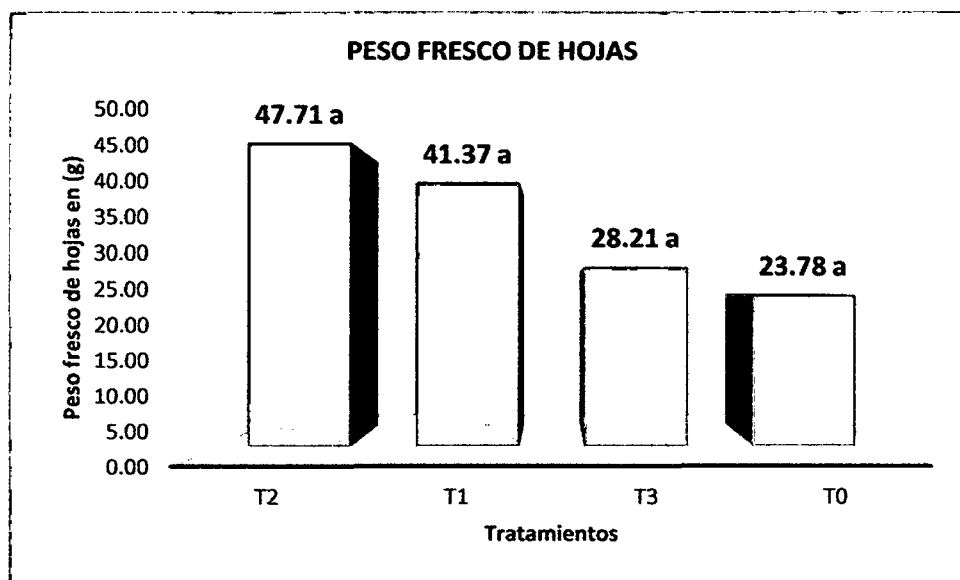


Gráfico 15: Duncan peso fresco de hojas

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

d. Peso seco de hojas

Tabla 16: ANVA peso seco de hojas

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Bloques	46.26	2	23.13	6.48	0.0317 *
Tratamientos	22.29	3	7.43	2.08	0.2042 NS
Error experimental	21.43	6	3.57		
Total	89.98	11			

$R^2 = 76 \%$

Promedio = 4.99

C.V. = 37.88 %

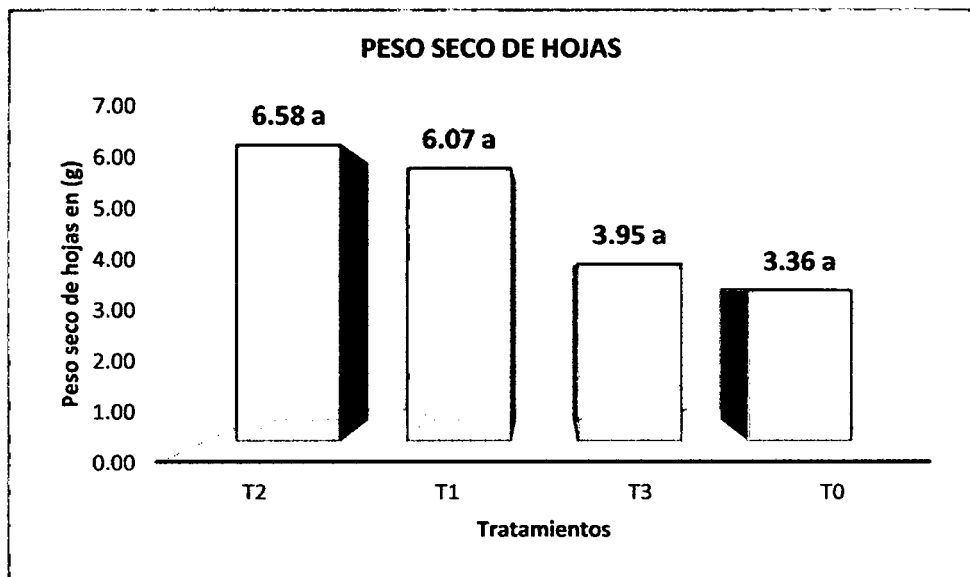


Gráfico 16: Duncan peso seco de hojas

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.2 Resultados de Análisis Foliares

5.2.1 % de Nitrógeno en Bulbos

Tabla 17: ANVA % de Nitrógeno en bulbos

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Evaluaciones	0.14	3	0.05	3.04	0.0853 *
Tratamientos	0.05	3	0.02	1.08	0.40 NS
Error experimental	0.14	9	0.02		
Total	0.33	15			

R² = 58 %

Promedio = 1.415

C.V. = 8.81 %

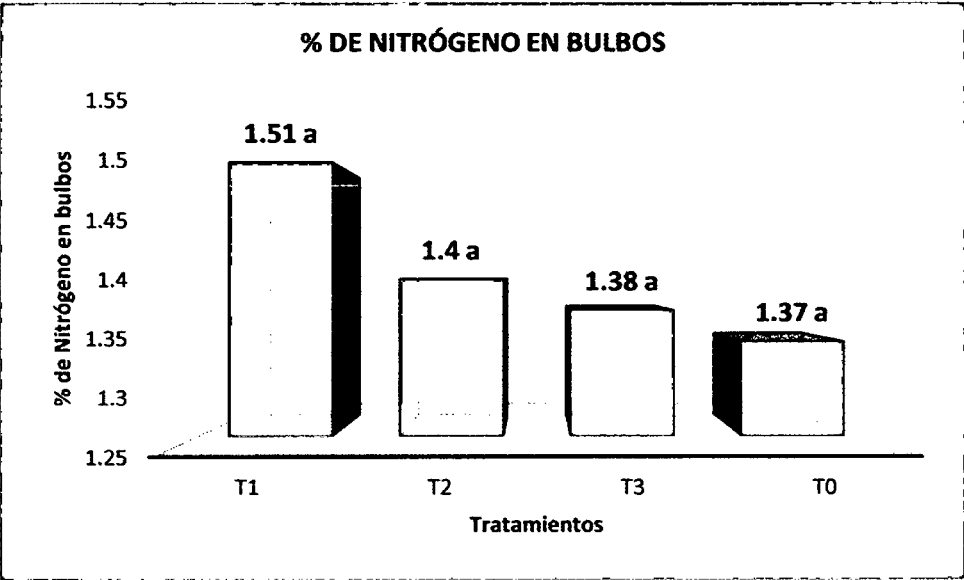


Gráfico 17: Duncan % de Nitrógeno en bulbos
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.2.2 % de Fósforo en Bulbos

Tabla 18: ANVA % de Fósforo en bulbos

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Evaluaciones	0.01	3	0.03	1.31	0.33 NS
Tratamientos	0.02	3	0.01	3.31	0.0711 *
Error experimental	0.02	9	0.02		
Total	0.05	15			

$R^2 = 61 \%$

Promedio = 1.125

C.V. = 8.56 %

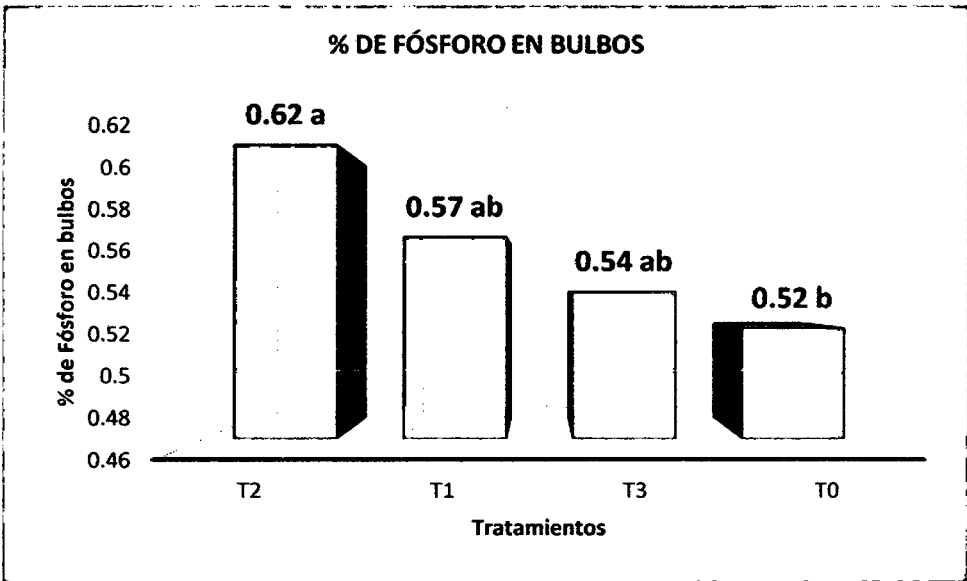


Gráfico 18: Duncan % de Fósforo en bulbos

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.2.3 % de Potasio en Bulbos

Tabla 19: ANVA % de Potasio en bulbos

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Evaluaciones	0.53	3	0.18	2.59	0.1171 NS
Tratamientos	0.41	3	0.14	2.02	0.1816 NS
Error experimental	0.61	9	0.07		
Total	1.55	15			

$R^2 = 61 \%$

Promedio = 1.7025

C.V. = 15.34 %

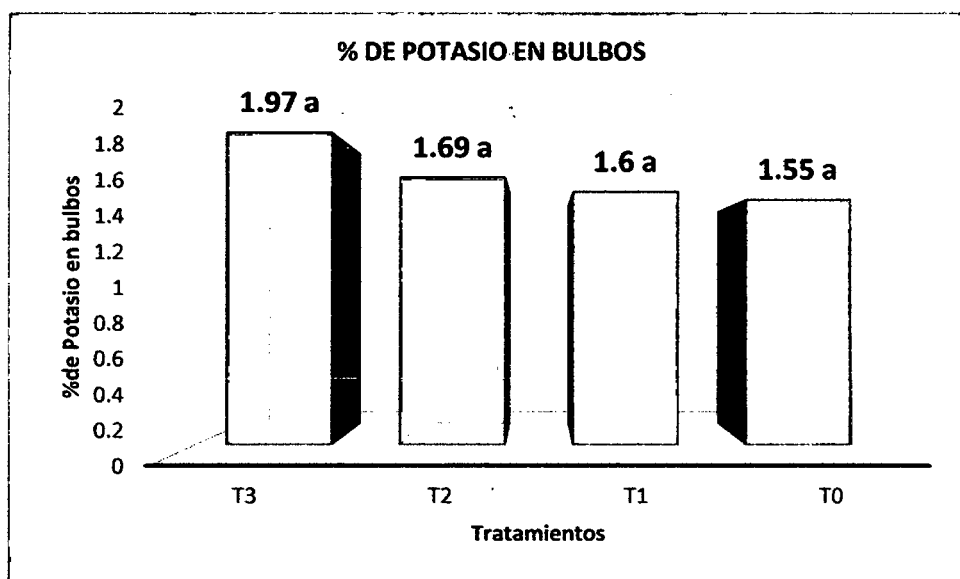


Gráfico 19: Duncan % de Potasio en bulbos

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.2.4 % de Nitrógeno en Hojas

Tabla 20: ANVA % de Nitrógeno en Hojas

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Evaluaciones	0.25	3	0.08	5.63	0.0188 *
Tratamientos	0.04	3	0.01	0.88	0.489 NS
Error experimental	0.13	9	0.01		
Total	0.42	15			

$R^2 = 68 \%$

Promedio = 1.80

C.V. = 6.72 %

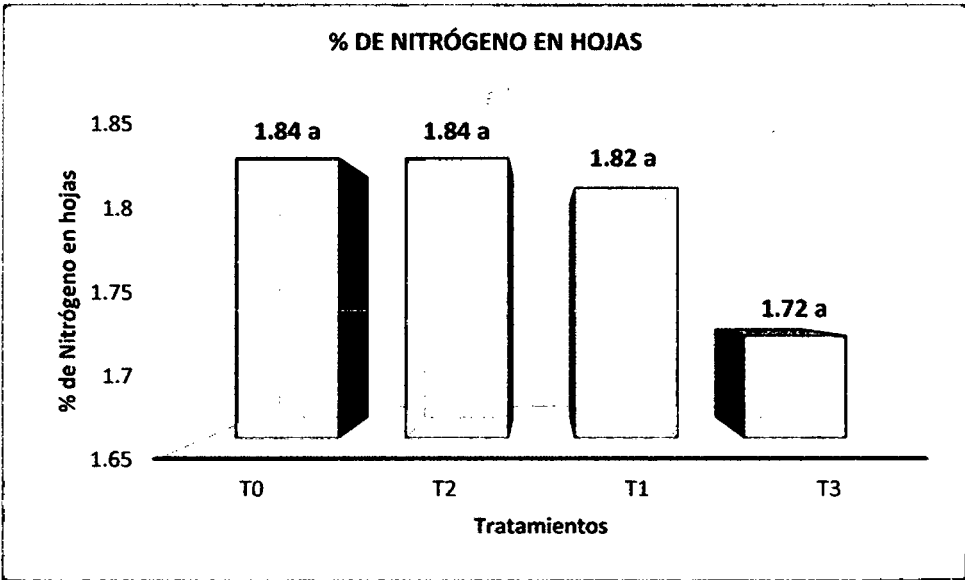


Gráfico 22: Duncan % de Nitrógeno en hojas
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.2.5 % de Fósforo en Hojas

Tabla 21: ANVA % de Fósforo en Hojas

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Evaluaciones	0.02	3	0.03	3.69	0.1115 NS
Tratamientos	0.01	3	0.02	1.17	0.3747 NS
Error experimental	0.01	9	0.01		
Total	0.04	15			

$R^2 = 62 \%$

Promedio = 0.58

C.V. = 6.87 %

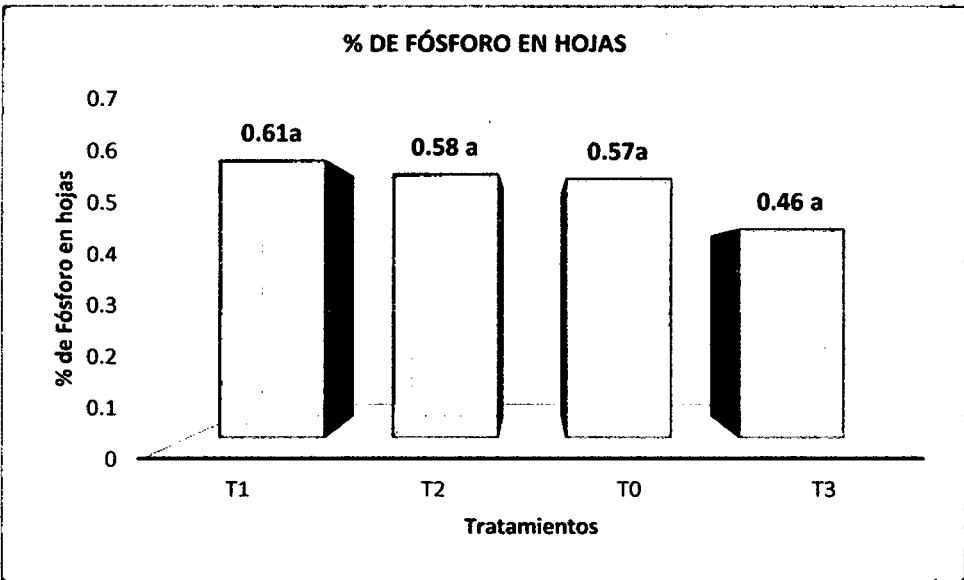


Gráfico 23: Duncan % de Fósforo en Hojas
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.2.6 % de Potasio en Hojas

Tabla 22: ANVA % de Potasio en Hojas

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	G.L.	Media cuadrática	F.C.	P- valor (Significación)
Evaluaciones	0.30	3	0.10	12.96	0.0013 NS
Tratamientos	0.06	3	0.02	2.40	0.1356 *
Error experimental	0.07	9	0.01		
Total	0.42	15			

$R^2 = 84 \%$

Promedio = 2.38

C.V. = 3.86 %

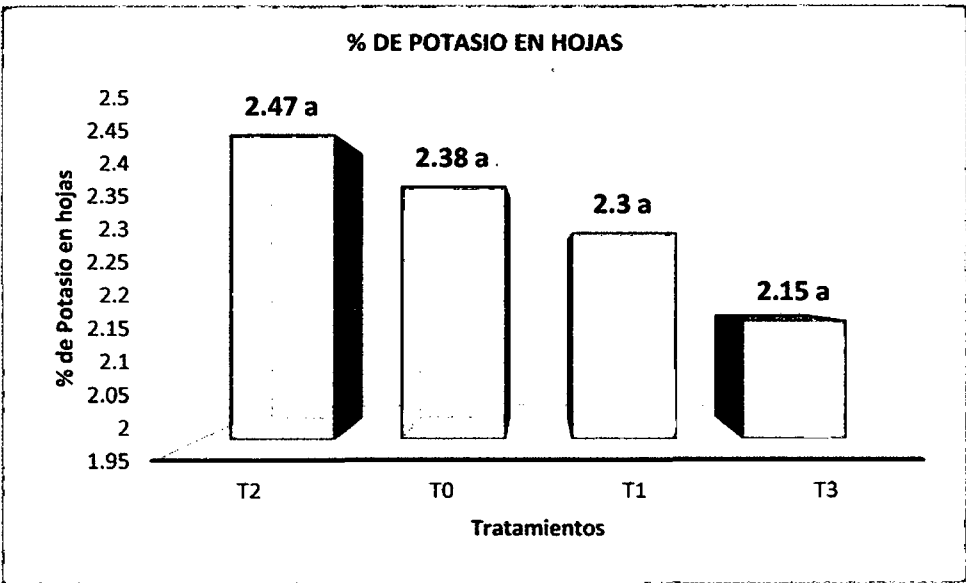


Gráfico 24: Duncan % de Potasio en hojas
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

5.3 Resultados acumulados y puntos de extracción

5.3.1 Extracción de Macronutrientes en el Tratamiento T0

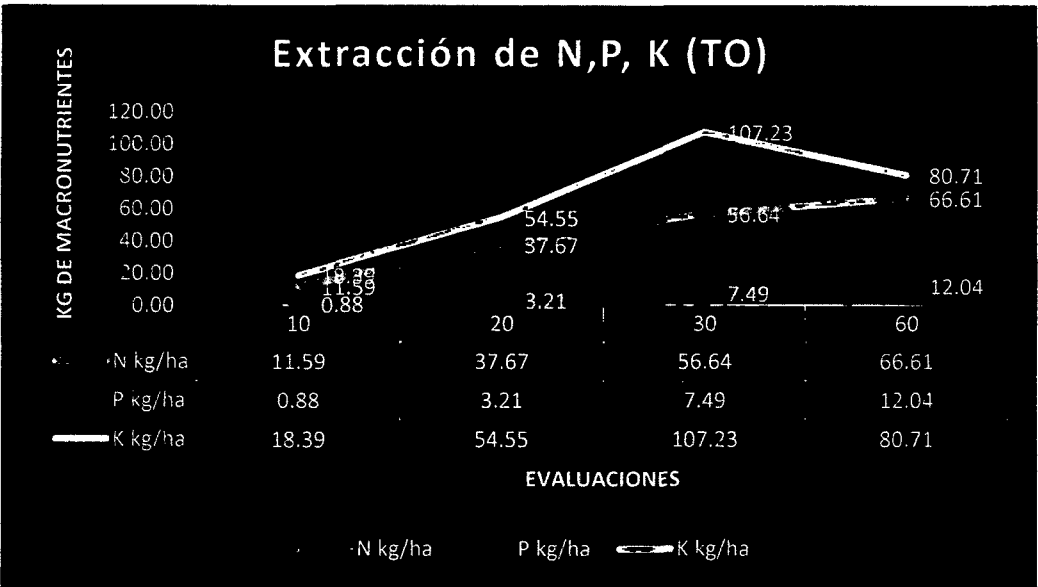


Gráfico 27: Extracción de N, P, K en T0

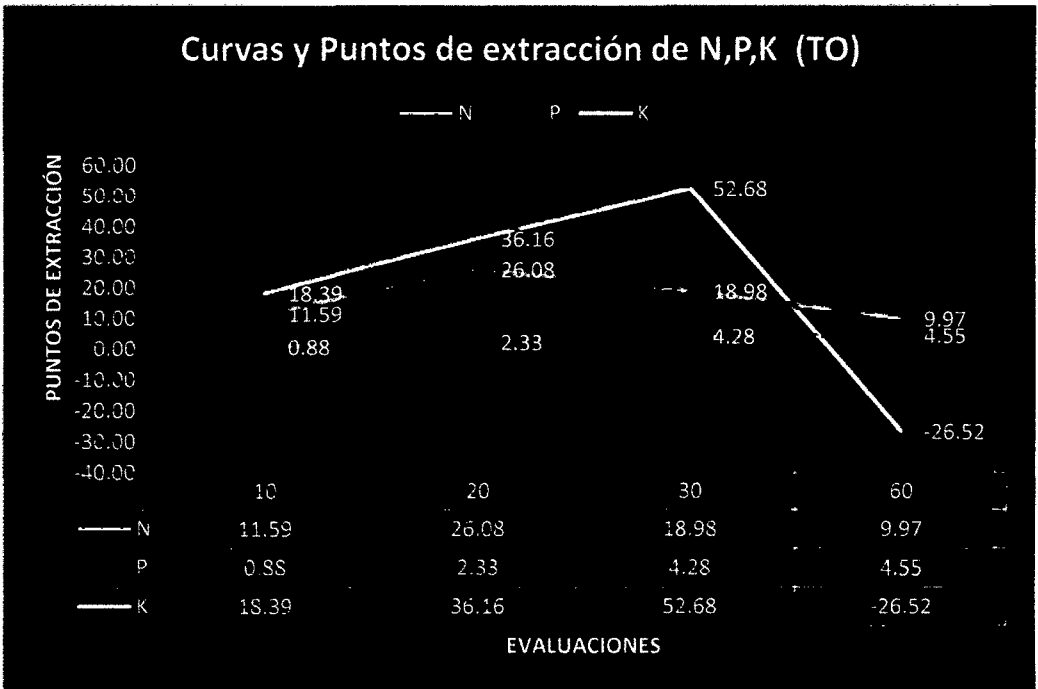


Gráfico 28: Curvas y Puntos de extracción de N, P, K en T0

5.3.2 Extracción de Macronutrientes en el Tratamiento T1

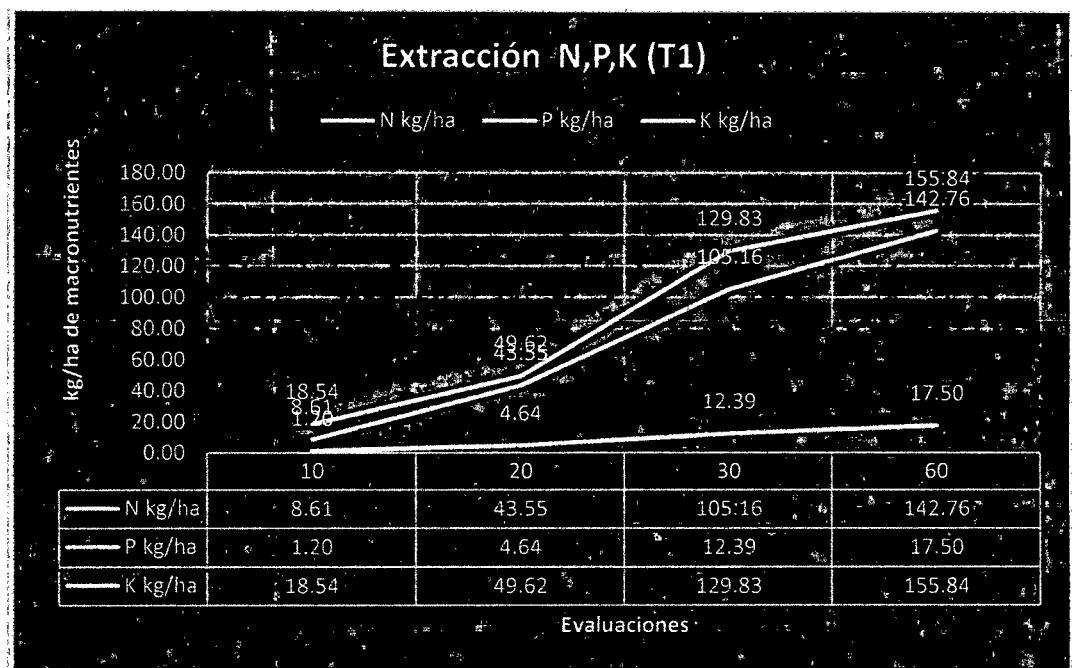


Gráfico 29: Extracción de N, P, K en T1

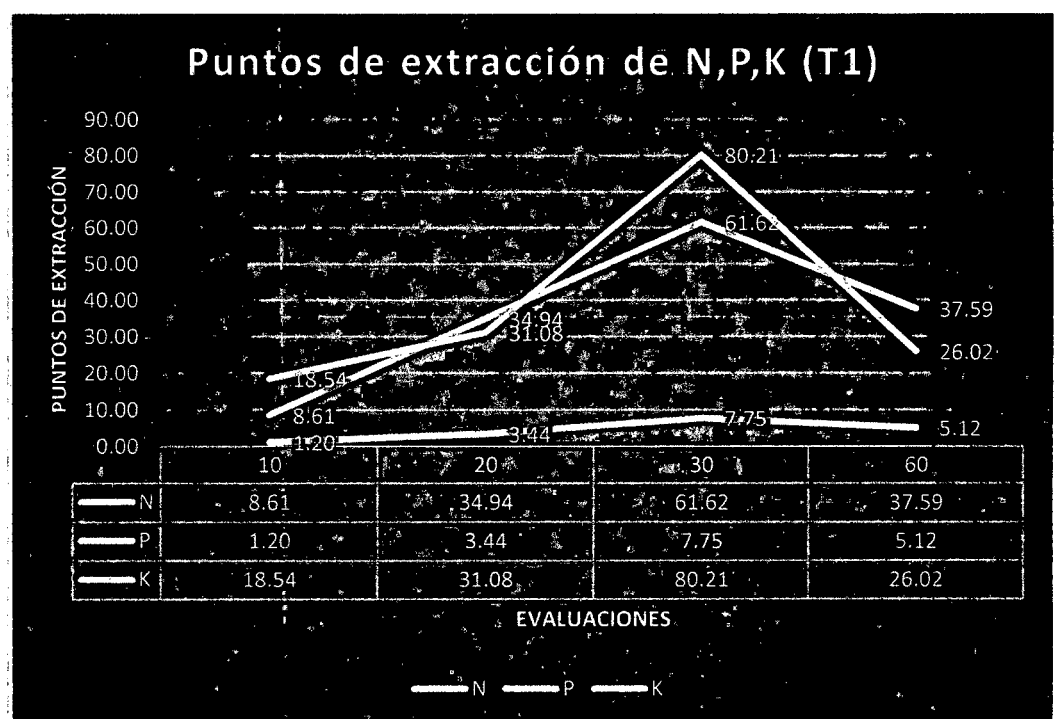


Gráfico 30: Curvas y Puntos de extracción de N, P, K en T1

5.3.3 Extracción de Macronutrientes en el Tratamiento T2

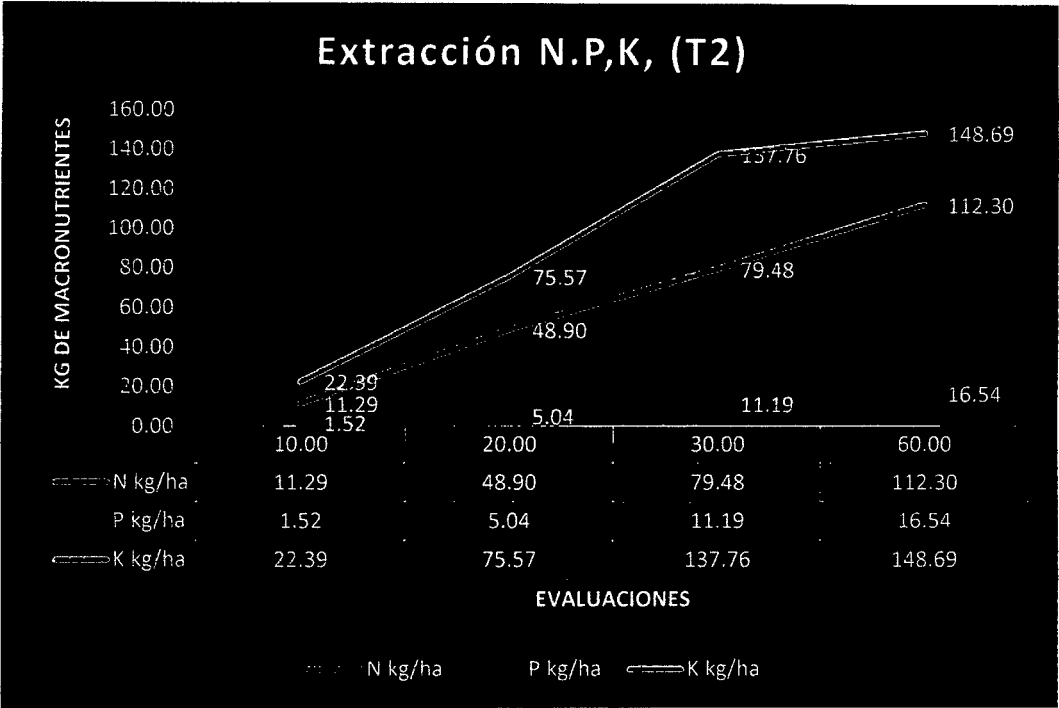


Gráfico 31: Extracción de N, P, K en T2

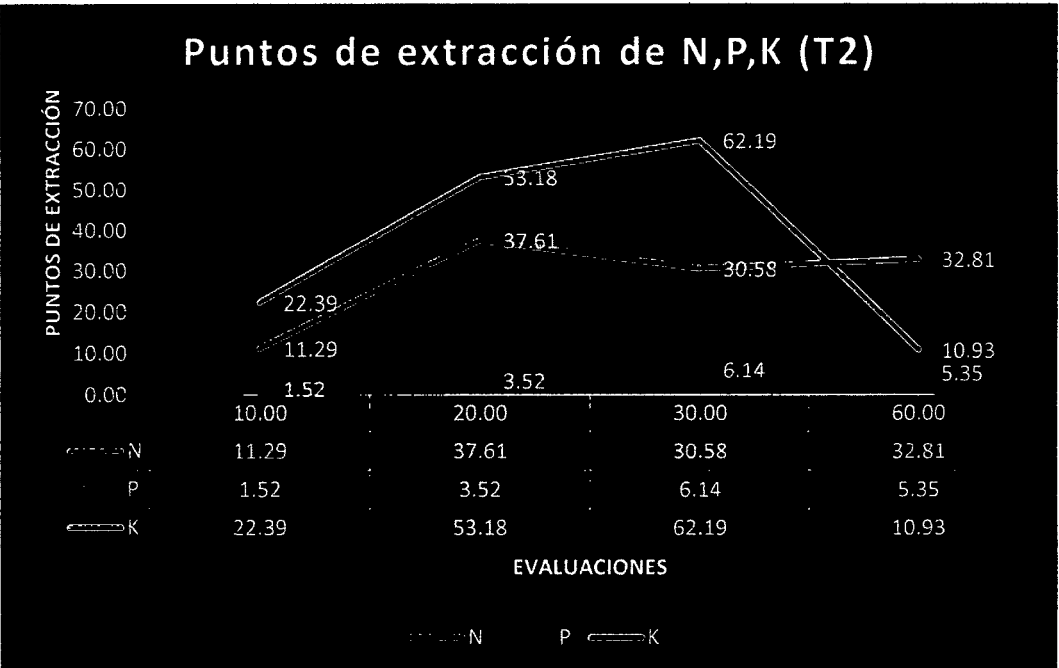


Gráfico 32: Curvas y Puntos de extracción de N, P, K en T2

5.3.4 Extracción de Macronutrientes en el Tratamiento T3

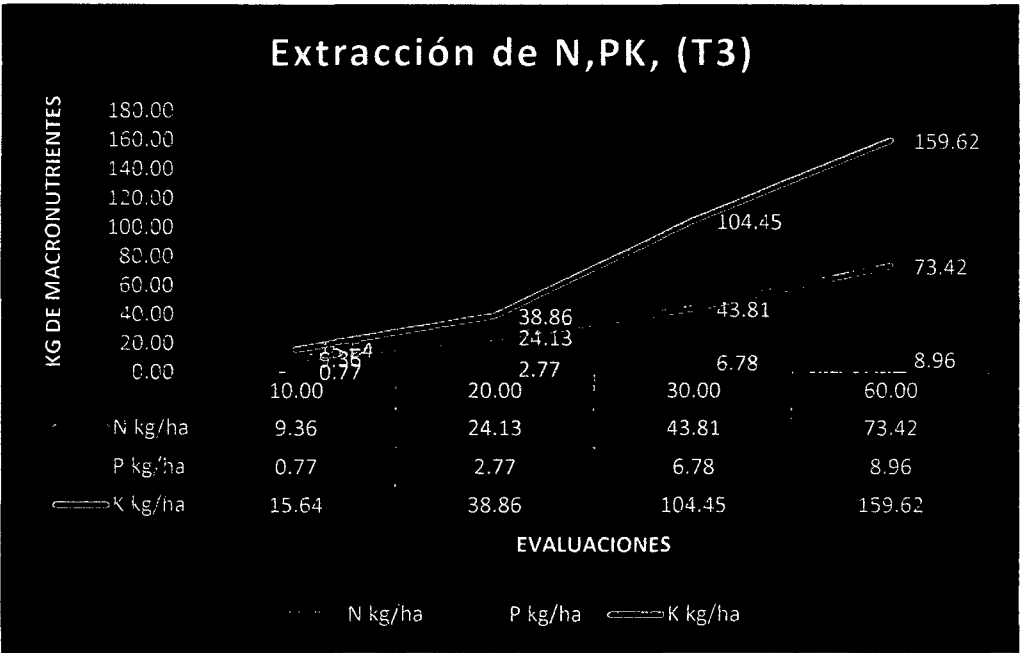


Gráfico 33: Extracción de N, P, K en T3

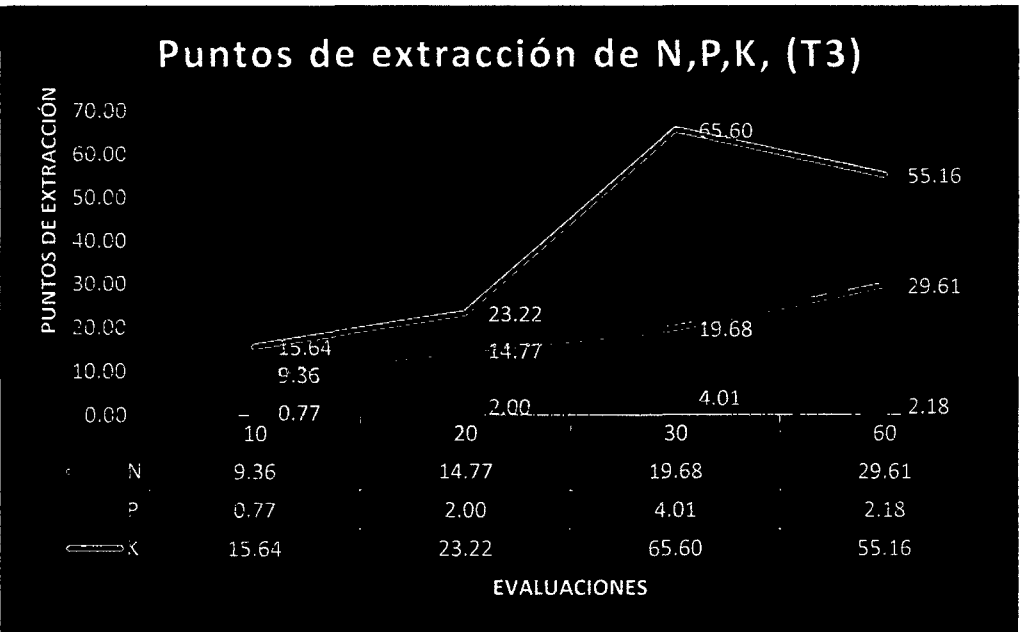


Gráfico 34: Curvas y Puntos de extracción de N, P, K en T3

5.4 Extracción Total de Macronutrientes por Tratamiento (kg/ha)

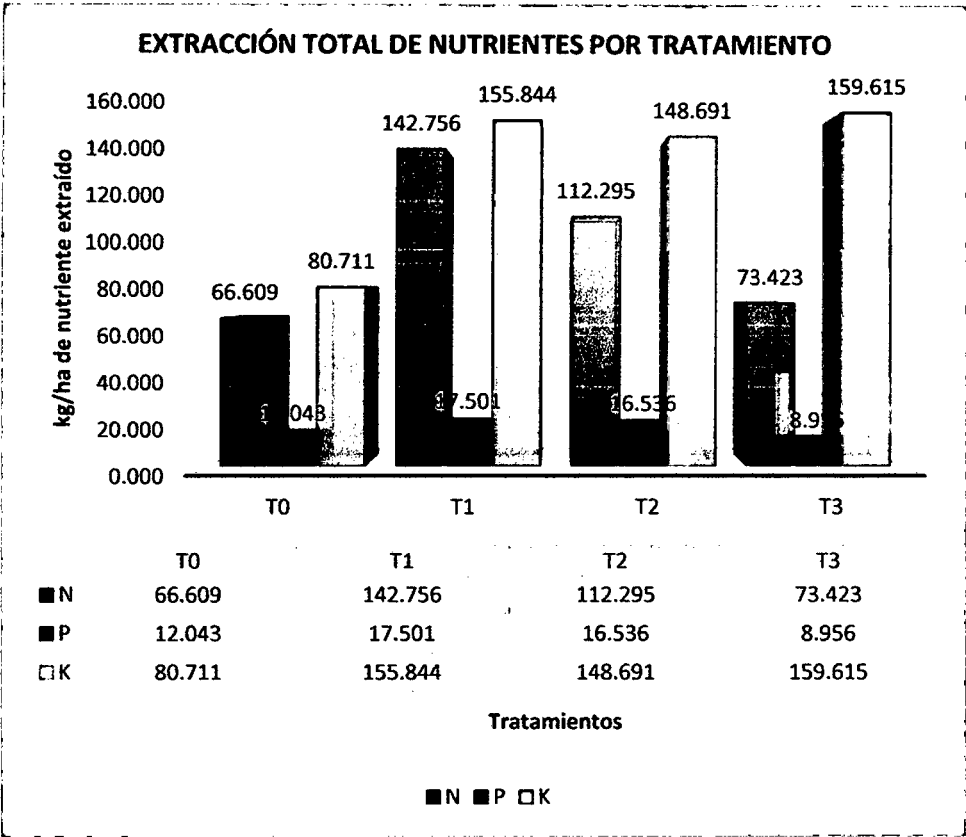


Gráfico 35: Extracción total de macronutrientes por tratamiento

VI. DISCUSIÓN

6.1 Evaluación de peso fresco y seco en bulbos y hojas

6.1.1 Evaluación a los 10 días

a. Peso fresco de bulbos

A partir de los resultados del Análisis de Varianza (Tabla 1), se puede apreciar que no existieron diferencias estadísticas significativas para el peso fresco de bulbos en ninguno de los tratamientos evaluados a los 10 días. El gráfico 1, muestra lo anterior y pone en evidencia que en esta primera evaluación no se puede observar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Lo anterior puede atribuirse al corto periodo de crecimiento y escaso desarrollo de bulbos de las plantas que no pudieron absorber los nutrientes añadidos. Sin embargo en esta evaluación el peso fresco de bulbos para el tratamiento testigo (T0) fue de 4.57 g, que es ligeramente superior a los tratamientos fertilizados, cuyos pesos fueron: 4.56 g (T2), 4.31 g (T1), y 3.85 g (T3). Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

Salas (2002), menciona que los nutrimentos depositados en tejidos y órganos pueden ser removilizados y transportados a otras partes de la planta.

b. Peso seco de bulbos

Respecto al peso seco de bulbos igualmente no se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, como se muestra en el Análisis de Varianza (Tabla 2). El Gráfico 2, de la prueba de Duncan ratifica el mismo comportamiento anterior y no muestra diferencias significativas entre tratamientos, estos resultados ratifican también que debido al poco tiempo de crecimiento de las plantas no se pudo observar mayores diferencias entre tratamientos.

· Sin embargo, el mayor peso seco de bulbos a los 10 días de evaluación fue del tratamiento (T0), alcanzando un peso de 3.77 g, seguido de los tratamientos (T1), 3.28 g (T2), 3.21 g y 2.76 g (T3). Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

c. Peso fresco de hojas

La tabla 3, presenta el análisis de Varianza para el peso fresco de hojas donde se puede apreciar que no existieron diferencias estadísticas significativas en ninguno de los tratamientos evaluados a los 10 días. El gráfico 3 por su parte muestra lo anterior poniendo en evidencia que en esta primera evaluación no se puede observar diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos. Igualmente que lo anterior esto se debe probablemente al corto

periodo de crecimiento y escaso desarrollo de las hojas de las plantas que no pudieron absorber los nutrientes añadidos.

En esta evaluación el peso fresco de hojas para el tratamiento (T2) fue de 6.27 g, que es ligeramente superior a los tratamientos fertilizados, cuyos pesos fueron: 6.21 g (T1), 5.52 g (T0), y 4.64 g (T3). Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

d. Peso seco de hojas

Se aprecia con respecto al peso seco de hojas que no se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, como se muestra en el Análisis de Varianza (Tabla 4).

El Gráfico 4, ratifica el mismo comportamiento y no muestra diferencias significativas entre tratamientos. Estos resultados igual que en los casos anteriores ratifican que debido al poco tiempo de crecimiento de las plantas no se puede observar mayores diferencias entre tratamientos. Sin embargo, el mayor peso seco de hojas a los 10 días de evaluación fue del tratamiento (T2), alcanzando un peso de 3.76 g, seguido de los tratamientos (T0), 3.46 g (T1), 3.26 g y 2.6 g (T3). Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

6.1.2 Evaluación a los 20 días

a. Peso fresco de bulbos

Los resultados del Análisis de Varianza (Tabla 5), muestran que no existen diferencias significativas para el peso fresco de bulbos entre los tratamientos evaluados a los 20 días. Sin embargo, el gráfico 5 de la prueba de Duncan muestra que en esta segunda evaluación si hubo diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento T2 y el tratamiento T3. Esta diferencia al parecer no se relaciona con el efecto de las dosis aplicadas puesto que T2 supera a T3, habiendo éste último recibido mayor dosis de fertilizantes. Las diferencias pueden atribuirse a posibles errores en la toma de muestras para el peso fresco de bulbos que no fueron los más representativos del tratamiento. En esta evaluación el peso fresco de bulbos para el tratamiento (T2) fue de 11.57 g, que es superior a los tratamientos, cuyos pesos fueron: 10.72 g (T1), 9.72 g (T0), y 8.57 g (T3); se observa que el tratamiento T1, T2, son estadísticamente iguales, siendo el tratamiento T3, el que reporta menor rendimiento en lo que respecta al peso fresco de bulbos. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

De los resultados obtenidos, se deduce que una vez absorbidos los nutrientes por las raíces y translocados por medio del xilema a la parte aérea de la planta, los nutrimentos pueden ser

transferidos al floema o depositados en la raíz o células de las hojas, tal como lo manifiesta Jeschke *et al.*, (1985).

b. Peso seco de bulbos

Con respecto al peso seco de bulbos en esta segunda evaluación, no se encontró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, como se muestra en el Análisis de Varianza (Tabla 6). El Gráfico 6, ratifica el mismo comportamiento y no muestra diferencias significativas entre tratamientos. Al parecer; igual que en la evaluación a los 10 días aún no hay mayor efecto de los fertilizantes aplicados que influyen sobre el peso de bulbos que recién están en proceso de formación. Sin embargo, el mayor peso seco de bulbos a los 20 días de evaluación fue del tratamiento (T2), alcanzando un peso de 1.53 g, seguido de los tratamientos (T0), 1.5 g (T1), 1.43 g y 1.07 g (T3). Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

c. Peso fresco de Hojas

Según los resultados del Análisis de Varianza (Tabla 7), existen diferencias significativas entre tratamientos con respecto al peso fresco de hojas. En el grafico 7, ratifica los comportamientos con respecto al peso fresco de hojas a los 20 días de evaluación, evidenciando las diferencias significativas entre tratamientos,

probablemente esto ocurre debido a que los nutrientes adicionados ya están siendo absorbidos por la planta en pequeñas cantidades.

El tratamiento que obtuvo el mejor comportamiento es el T2, alcanzando un peso de 29.30 g, seguido de los tratamientos T1 con 26.27 g y el T0 con 20.58 g, los cuales estadísticamente son iguales; y el tratamiento T3 es el que obtiene el más bajo rendimiento con 16.61 g siendo estadísticamente diferentes a los demás. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

Yamada *et al.*, (1964) menciona que la penetración de nutrimentos en la superficie de las hojas y demás partes aéreas de las plantas está regulada por las células epidermales de las paredes externas de las hojas.

d. Peso Seco de Hojas

De acuerdo al resultado del Análisis de Varianza (Tabla 8), se puede apreciar que no existen diferencias significativas entre tratamientos con respecto al peso seco de hojas, en el periodo de evaluación de 20 días. El gráfico 8, muestra la prueba de Duncan, poniendo en evidencia que en esta segunda evaluación (20 días) con respecto al peso seco en hojas, no hay diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo el Tratamiento T2 es el que obtiene

mejor rendimiento con 3.23 g seguido de los tratamientos T1 con 2.53 g, el T0 con 2.33 g y el T3 con 1.91 g respectivamente. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

6.1.3 Evaluación a los 30 días

a. Peso fresco de bulbos

Observando el resultado del Análisis de Varianza de la (tabla 9), se evidencia que a los 30 días de evaluación, no existen diferencias significativas entre tratamientos materia del estudio, siendo los rendimientos obtenidos con respecto al peso fresco de bulbos, estadísticamente iguales entre sí. El gráfico 9, nos esquematiza lo manifestado en el análisis de varianza, notándose claramente que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Sin embargo el tratamiento T2, es el que muestra mejor rendimiento con respecto a los demás, obteniendo 21.97 g de peso fresco, seguido del tratamiento T1, con 20.61 g, el T0 con 16.94 g y el de menor rendimiento es el T3 con 14.48 g, probablemente sea una consecuencia de la pobre asimilación de nutrientes en el suelo instalado. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

b. Peso seco de bulbos

A partir de los resultados del Análisis de Varianza (Tabla 10), se evidencia que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos materia del estudio a los 30 días de evaluación. Con respecto al Gráfico 10, nos evidencia lo manifestada en el sentido que se ilustra el comportamiento de los tratamientos y se observa la no existencia de diferencias significativas, entre tratamientos, estadísticamente hablando. Sin embargo el tratamiento T2, con 5.89 g de peso es el que obtiene mejor rendimiento en lo que respecta a peso seco de bulbos, seguido del tratamiento T1 con 5.38 g, T0 con 4.11 g y T3 con 3.76 g. De igual forma se puede suponer que probablemente sea una consecuencia de la pobre asimilación de nutrientes en el suelo instalado. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

c. Peso fresco de hojas

El Análisis de Varianza (Tabla 11), nos muestra que no existen diferencias significativas entre tratamientos, los cuales son iguales entre sí, estadísticamente.

El Gráfico 11, nos evidencia lo manifestada en el sentido que se ilustra el comportamiento de los tratamientos y se observa la no existencia de diferencias significativas, y los tratamientos son iguales

estadísticamente hablando. El tratamiento T2 es ligeramente superior a los demás con 41.45 g de peso fresco de hojas, el tratamiento T1, obtiene 38.76 g, el T0, obtiene 27.16 g, el T3 obtiene 23.57 g, siendo éste el de menor rendimiento a los 30 días de evaluación. La no significancia entre tratamientos de igual forma se puede suponer que probablemente sea una consecuencia de la pobre asimilación de nutrientes en el suelo instalado. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

d. Peso seco de hojas

El resultado del Análisis de Varianza (Tabla 12), nos muestra que no hay diferencias significativas entre tratamientos y estadísticamente son iguales, con respecto al peso seco de hojas, evaluados a los 30 días. El Gráfico 12, también nos evidencia lo manifestada en el sentido que se ilustra el comportamiento de los tratamientos y se observa la no existencia de diferencias significativas, y los tratamientos son iguales estadísticamente hablando. El tratamiento T1 con un rendimiento de 5.61 g de peso seco de hojas es ligeramente superior a los demás los cuales alcanzan los siguientes pesos: T2 con 4,79 g, el T0 con 3.95 g y el T3 con 3.30 g. La no significancia entre tratamientos de igual forma se puede suponer que probablemente sea una consecuencia de la pobre asimilación de nutrientes en el suelo instalado. Con respecto a

los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

6.1.4 Evaluación a los 60 días

a. Peso fresco de bulbos

El resultado del Análisis de Varianza (Tabla 13), nos muestra que no hay diferencias significativas entre tratamientos y estadísticamente hablando son iguales con respecto al peso fresco de bulbos, evaluados a los 60 días. El Gráfico 13, también nos evidencia lo manifestado en el sentido que se ilustra el comportamiento de los tratamientos y se observa la no existencia de diferencias significativas, y los tratamientos son iguales estadísticamente hablando. El tratamiento T1 con un rendimiento de 37.27 g de peso fresco de bulbos es ligeramente superior a los demás los cuales alcanzan los siguientes pesos: T2 con 36.31 g, el T3 con 29.42 g y el T0 con 23.43 g. La no significancia entre tratamientos de igual forma se puede suponer que probablemente sea una consecuencia de la pobre asimilación de nutrientes en el suelo instalado. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

b. Peso seco de bulbos

El Análisis de Varianza (Tabla 14), evidencia que existen diferencias significativas entre tratamientos.

El Gráfico 14, nos evidencia lo manifestado observándose la diferencia significativa que existe entre los tratamientos en mención, notándose que el tratamiento T1, claramente tiene el mejor rendimiento en peso seco de bulbos seguido del T2, T3 Y T0. El tratamiento T1 el de mayor rendimiento con respecto al peso seco de bulbos con 12.38 g, seguido del tratamiento T2 con 9.20 g, y siendo éste diferente estadísticamente hablando, a los tratamientos T3 con 8.5 g y T0 con 7.26 g, siendo ambos estadísticamente iguales y de menor rendimiento que los demás, a los 60 días de evaluación se nota las diferencias en los tratamiento fertilizados con dosis respectivas, notando que el tratamiento T1, es el que mejor comportamiento presenta con respecto a este parámetro evaluado. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

c. Peso fresco de hojas

El resultado del Análisis de Varianza (Tabla 15), muestra que no hay diferencias significativas entre tratamientos y estadísticamente son iguales con respecto al peso fresco de hojas, evaluados a los 60 días.

El Gráfico 15, también nos evidencia lo manifestado en el sentido que se ilustra el comportamiento de los tratamientos y se observa la no existencia de diferencias significativas, y los tratamientos son iguales estadísticamente hablando. El tratamiento T2 con un rendimiento de 47.71 g de peso fresco de hojas es ligeramente superior a los demás los cuales alcanzan los siguientes pesos: T1 con 41.37 g, el T3 con 28.21 g y el T0 con 23.78 g. La no significancia entre tratamientos de igual forma se puede suponer que probablemente sea una consecuencia de la pobre asimilación de nutrientes en el suelo instalado. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

d. Peso seco de hojas

El resultado del Análisis de Varianza (Tabla 16), muestra que no hay diferencias significativas entre tratamientos y estadísticamente son iguales con respecto al peso seco de hojas, evaluados a los 60 días.

El Gráfico 16, también nos evidencia lo manifestado en el sentido que se ilustra el comportamiento de los tratamientos y se observa la no existencia de diferencias significativas, y los tratamientos son iguales estadísticamente hablando. Que el tratamiento T2 con un rendimiento de 6.58 g de peso fresco de hojas es ligeramente superior a los demás los cuales alcanzan los

siguientes pesos: T1 con 6.07 g, el T3 con 3.95 g y el T0 con 3.36 g. La no significancia entre tratamientos de igual forma se puede suponer que probablemente sea una consecuencia de la pobre asimilación de nutrientes en el suelo instalado. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

6.2 Resultados de Análisis Foliares

6.2.1 % de Nitrógeno en bulbos

El Análisis de Varianza (Tabla 17), muestra que no existe diferencias significativas en los tratamientos estudiados, estadísticamente son iguales en el contenido porcentual de Nitrógeno en los bulbos.

El gráfico 17, confirma lo expuesto notándose claramente la no diferencia significativa entre tratamientos, pero evidenciando la ligera diferencia entre ellos. El Tratamiento T1 presenta mayor porcentaje de Nitrógeno con el 1.51%, siendo mayor en contenido de Nitrógeno que los demás tratamientos, que muestran los siguientes contenidos porcentuales, T2 con 1.40%, el T3 con 1.37% y el T0 con 1.34%, siendo éste el de menos rendimiento porcentual. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

6.2.2 % de Fósforo en bulbos

El Análisis de Varianza (Tabla 18), muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos T2 Y T1, no existiendo diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T3, siendo estadísticamente iguales. El gráfico 18, evidencia lo manifestado, notándose claramente la superioridad del tratamiento T2, con respecto a los otros tratamientos materia del estudio. El tratamiento T2 es el que contiene mayor porcentaje de Fósforo en el bulbo, con 0.62%, seguido del T1 con 0.57%, T3 con 0.54% y el T0 con 0.52%. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

6.2.3 % de Potasio en bulbos

El Análisis de Varianza (Tabla 19), muestra que no existe diferencias significativas en los tratamientos estudiados, estadísticamente son iguales en el contenido porcentual de Potasio en los bulbos. El gráfico 19, confirma lo expuesto notándose claramente la no diferencia significativa entre tratamientos, pero evidenciando la ligera diferencia entre ellos. El Tratamiento T3 presenta mayor porcentaje de Potasio con el 1.97%, siendo mayor en contenido de Potasio que los demás tratamientos, que muestran los siguientes contenidos porcentuales, T2 con 1.69%, el T1 con 1.60% y el T0 con 1.55%, siendo éste el de menos rendimiento porcentual.

Los gráficos 20 y 21 de Anexo, muestran el comportamiento de las curvas en las determinaciones analíticas de los tres macronutrientes analizados (N, P, K) en bulbos. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

6.2.4 % de Nitrógeno en hojas

El Análisis de Varianza (Tabla 20), muestra que no existe diferencias significativas en los tratamientos estudiados, estadísticamente son iguales en el contenido porcentual de Nitrógeno en hojas.

El gráfico 22, nos muestra lo anteriormente manifestado, en el sentido de no encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos, muestra en forma gráfica la igualdad entre el tratamiento T0 y T2. El Tratamiento T0 y T2, presentan mayor porcentaje de Nitrógeno con el 1.84%, siendo mayor en contenido de Nitrógeno que los demás tratamientos, que muestran los siguientes contenidos porcentuales, T1 con 1.81% y el T3 con 1.72%, siendo éste el de menos rendimiento porcentual. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

6.2.5 % de Fósforo en hojas

El Análisis de Varianza (Tabla 21), muestra que no existe diferencias significativas en los tratamientos estudiados, estadísticamente son iguales en el contenido porcentual de Fósforo en hojas.

El gráfico 23, nos muestra lo anteriormente manifestado, en el sentido de no encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos, muestra en forma gráfica que el tratamiento T1 es que muestra el más alto porcentaje de Fósforo en hojas. El Tratamiento T1, presentan mayor porcentaje de Fósforo con 0.61%, siendo mayor en contenido de Fósforo que los demás tratamientos, que muestran los siguientes contenidos porcentuales, T2 con 0.58% el T0 con 0.57% y el T3 con 0.46%, siendo éste el de menos rendimiento porcentual. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

6.2.6 % de Potasio en hojas

El Análisis de Varianza (Tabla 22), muestra que no existe diferencias significativas en los tratamientos estudiados, estadísticamente son iguales en el contenido porcentual de Potasio en las hojas. El gráfico 24, confirma lo expuesto notándose claramente la no diferencia significativa entre tratamientos, pero evidenciando la ligera diferencia entre ellos. El Tratamiento T2 presenta mayor porcentaje de

Potasio con el 2.47%, siendo mayor en contenido de Potasio que los demás tratamientos, que muestran los siguientes contenidos porcentuales, T0 con 2.38%, el T1 con 2.30% y el T3 con 2.15%, siendo éste el de menos rendimiento porcentual.

Los gráficos 25 y 26 de anexo, muestran claramente el comportamiento de las curvas en las determinaciones analíticas de los tres macronutrientes analizados (N, P, K) en bulbos. Con respecto a los Coeficientes de Variación (C.V.) y Coeficiente de Determinación (R^2) se encuentran dentro del rango permisible determinado por (Calzada, 1982).

6.3 Resultados Acumulados y curvas de extracción de macronutrientes en (kg.ha⁻¹)

6.3.1 Extracción de macronutrientes (N, P, K) en el Tratamiento T0

El gráfico 27, muestra los resultados acumulados de N, P, K, expresados en kg.ha⁻¹ que ha extraído 1 ha⁻¹ de plantación de Cebolla China (*Allium fistulosum*) *variedad roja chiclayana* en condiciones del Distrito de Caynarachi, Provincia de Lamas, sin fertilización alguna, correspondiente al tratamiento testigo T0. Evidenciándose variaciones en las extracciones de macronutrientes, dependiendo de los periodos de evaluación, y siendo éstas extracciones dependientes de la fertilización en el presente tratamiento; Valentín (2005).

6.3.2 Curvas y Puntos de extracción de N, P, K en el Tratamiento TO

El gráfico 28, muestra las curvas y puntos máximos de extracción de macronutrientes, observando que para el Nitrógeno la máxima extracción se encuentra en la segunda evaluación (20 días), correspondiendo 26.08 kg.ha^{-1} ; en el caso del Fósforo, su máxima extracción se da en la cuarta evaluación (60 días), correspondiendo 4.55 kg.ha^{-1} . El comportamiento del Potasio, se evidencia que la máxima extracción se encuentra a la tercera evaluación (30 días), correspondiendo 52.68 kg.ha^{-1} ; lo cual menciona Suarez (2009), en la importancia y utilidad de las curvas de absorción, lo cual va definir las épocas de aplicación de los fertilizantes en los programas de fertilización.

Por su parte Salas (2002), señala que para cada nutrimento el patrón de distribución, la proporción y extensión del reciclaje y removilización varía enormemente con el nutrimento, las condiciones ambientales, el estado nutricional de la planta, la especie y el estado de desarrollo.

6.3.3 Extracción de macronutrientes (N, P, K) en el Tratamiento T1

El gráfico 29, muestra los resultados acumulados de N, P, K, expresados en kg.ha^{-1} que ha extraído 1 ha^{-1} de plantación de Cebolla China (*Allium fistulosum*) variedad roja chiclayana en condiciones del Distrito de Caynarachi, Provincia de Lamas, con una fertilización cuya fórmula es 85 - 50 - 160, correspondiente al tratamiento testigo T1.

Evidenciándose variaciones en las extracciones de macronutrientes, dependiendo de los periodos de evaluación. Se va evidenciando el aumento en la extracción de nutrientes comparado con el tratamiento T0.

6.3.4 Curvas y Puntos de extracción de N, P, K en el Tratamiento T1

El gráfico 30, muestra las curvas y puntos máximos de extracción de macronutrientes, observando que para el Nitrógeno la máxima extracción se encuentra en la tercera evaluación (30 días), correspondiendo 61.62 kg.ha^{-1} ; Evidenciando con esto que los puntos máximos de extracción van a depender de factores externos e internos, Sancho (2006); en el caso del Fósforo, su máxima extracción se da en la tercera evaluación (30 días), correspondiendo 7.75 kg.ha^{-1} ; el comportamiento del Potasio, se evidencia que la máxima extracción se encuentra a la tercera evaluación (30 días), correspondiendo 80.21 kg.ha^{-1} .

Mengel y Kirkby (1987), indican que a medida que las raíces empujan y buscan su camino a través del suelo entran en contacto con el fosfato de la solución del suelo. Siempre que las raíces tengan una alta demanda de P y este es generalmente el caso para las plantas en crecimiento, absorben el fosfato a una alta velocidad y la solución del suelo en la vecindad directa de la raíz queda agotada de fosfato. Por su parte Loneragan y Asher (1967), manifiestan que las raíces de las plantas son capaces de absorber fosfato de soluciones con concentraciones muy bajas del mismo.

Por otro lado Cassagnes *et al.* (1969), menciona que la mayor parte del K se absorbe principalmente durante la etapa de crecimiento vegetativo.

6.3.5 Extracción de macronutrientes (N, P, K) en el Tratamiento T2

El gráfico 31, muestra los resultados acumulados de N, P, K, expresados en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ que ha extraído 1 ha^{-1} de plantación de Cebolla China (*Allium fistulosum*) variedad roja chiclayana en condiciones del Distrito de Caynarachi, Provincia de Lamas, con una fertilización cuya fórmula es 100 – 70 - 200, correspondiente al tratamiento testigo T2. Evidenciándose variaciones en las extracciones de macronutrientes, dependiendo de los periodos de evaluación.

6.3.6 Curvas y Puntos de extracción de N, P, K en el Tratamiento T2

El gráfico 32, muestra las curvas y puntos máximos de extracción de macronutrientes, observando que para el Nitrógeno la máxima extracción se encuentra en la segunda evaluación (20 días), correspondiendo $37.61 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; en el caso del Fósforo, su máxima extracción se da en la tercera evaluación (30 días), correspondiendo $6.14 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$; el comportamiento del Potasio, se evidencia que la máxima extracción se encuentra a la tercera evaluación (30 días), correspondiendo $62.19 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Todo esto permite definir las épocas de aplicación de los fertilizantes en los programas de fertilización, que generalmente deberán ocurrir unas dos semanas antes de este pico de alto requerimiento de nutrientes, Suarez (2009).

6.3.7 Extracción de macronutrientes (N, P, K) en el Tratamiento T3

El gráfico 33, muestra los resultados acumulados de N, P, K, expresados en kg.ha^{-1} que ha extraído 1 ha^{-1} de plantación de Cebolla China (*Allium fistulosum*) variedad roja chiclayana en condiciones del Distrito de Caynarachi, Provincia de Lamas, con una fertilización cuya fórmula es 150 – 90 - 240, correspondiente al tratamiento T3. Evidenciándose variaciones en las extracciones de macronutrientes, dependiendo de los periodos de evaluación.

6.3.8 Curvas y Puntos de extracción de N, P, K en el Tratamiento T3

El gráfico 34, muestra las curvas y puntos máximos de extracción de macronutrientes, observando que para el Nitrógeno la máxima extracción se encuentra en la cuarta evaluación (60 días), correspondiendo 29.61 kg.ha^{-1} ; en el caso del Fósforo, su máxima extracción se da en la tercera evaluación (30 días), correspondiendo 4.01 kg.ha^{-1} ; el comportamiento del Potasio, se evidencia que la máxima extracción se encuentra a la tercera evaluación (30 días), correspondiendo 65.60 kg.ha^{-1} . Todo esto permite definir las épocas de aplicación de los fertilizantes en los programas de fertilización, que generalmente deberán ocurrir unas dos semanas antes de este pico de alto requerimiento de nutrientes tal como lo manifiesta Suarez (2009).

La respuesta a la absorción de K de los cultivos depende en gran parte del nivel de nutrición nitrogenada. En general, cuanto mejor sea el

suministro de N, mayor será el aumento de rendimiento debido al K (Gartner, 1969).

6.4 Extracción total de macronutrientes por tratamiento (kg.ha⁻¹)

En el gráfico 35, se evidencia la extracción total acumulada por cada tratamiento a la cuarta evaluación (60 días), se observa que el tratamiento T1 (85-50-160); es el que mayores extracciones presenta con respecto al Nitrógeno (N), obteniendo una extracción de 142.756 kg.ha⁻¹, también obtiene con respecto al Fósforo (P), una extracción de 17.501 kg.ha⁻¹; siendo el tratamiento T3 (150-90-240) el que obtiene el más alto valor con respecto al Potasio (K), obteniendo un valor de 159.615 kg.ha⁻¹.

Se evidencia claramente el comportamiento de los tratamientos, notando que las diferentes dosis de fertilización empleadas, derivan en extracciones diferentes, esto debido probablemente a la absorción de nutrientes que realiza la planta dependiendo de la mayor o menor adición de los mismos.

De los resultados obtenidos, se deduce que una vez absorbidos los nutrientes por las raíces y translocados por medio del xilema a la parte aérea de la planta, los nutrimentos pueden ser transferidos al floema o depositados en la raíz o células de las hojas, tal como lo manifiesta Jeschke *et al* (1985). Por otro lado, Taiz y Zeiger (1991),

mencionan que el potasio se caracteriza por su alta movilidad y fácil translocación, funciona como estabilizador del pH y como osmoregulador, es activador enzimático del transporte a través de la membrana, responsable de los cambios de turgencia de las células de guarda y requerido en la acumulación y translocación de carbohidratos.

Así mismo, Mengel y Kirkby (1987) corrobora al mencionar que un rasgo principal del potasio es la alta velocidad a la que es absorbido por los tejidos vegetales. Esta elevada tasa de absorción depende de la permeabilidad relativamente alta de las membranas vegetales.

VII. CONCLUSIONES

En base a los resultados encontrados y a las discusiones realizadas en el presente trabajo, se formulan las siguientes conclusiones:

- 7.1** En la extracción acumulada de nutrientes en todos los tratamientos (T0, T1, T2 y T3), el macronutriente Potasio (K) es el elemento más extraído por lo tanto éste elemento es fundamental en el desarrollo del cultivo por ser el más extraído por la planta.
- 7.2** El comportamiento de las curvas de extracción están influenciadas directamente por las dosis de fertilización (Tratamientos, T0, T1, T2, T3), mostrando las más altas extracciones el tratamiento T1 Y T2.
- 7.3** La extracción total acumulada en el presente trabajo de investigación es la que corresponde al tratamiento T1 (85 – 50 – 160); cuya extracción es la siguiente: 142.756 kg.ha⁻¹ de Nitrógeno (N); 17.501 kg.ha⁻¹ de Fósforo (P) y 155.844 kg.ha⁻¹ de Potasio (K).

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1** Se recomienda continuar con la investigación utilizando otras dosis de fertilización a fin de llegar hasta términos de producción y optimizar los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación con el propósito de ratificar los resultados obtenidos y/o conocer más sobre la dinámica de extracción de nutrientes por las pantas de cebolla china (*Allium fistulosum*) variedad roja chiclayana.
- 8.2** También se recomienda realizar este tipo de investigaciones en otras condiciones de suelos en la Región San Martín, con la finalidad de tener datos de curvas de extracción en diferentes realidades.

IX BIBLIOGRAFÍA

- 1 Agroforum. (2010). *Manual Cultivo de Cebolla*. Obtenido de <http://www.agroforum.pe/horticultura/manual-de-cultivo-cebolla-1043/>
- 2 Aguilar, J. (2011). *Efecto de Fertilización Potásica en Cebolla*. Obtenido de http://www.ivia.es/documentos/objetivosproyectos/ruralcaja2011/en-sayos/FE18_Cebolla%20potasio.pdf
- 3 Aljaro, A. (2009). *Manual del Cultivo de Ajo (Allium sativum L.) y Cebolla (Allium cepa L.) Nodo Hortícola*. Recuperado el febrero de 2014, de http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual_Cultivo_cebolla_ajo.pdf
- 4 Carbajal, F. (2007). *Crecimiento y ABSorción de Nutrientes en Cebolla*. Obtenido de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8228/Tab08de16.pdf?sequence=8>
- 5 Casaca, A. (2006). SAG *"El Cultivo de la Cebolla"*. Obtenido de <http://gamis.zamorano.edu/gamis/es/Docs/hortalizas/cebolla.pdf>
- 6 Castillo, H. (1999). *Aspectos eco fisiológicos del cultivo de cebolla*. Santiago, Chile: Universidad.
- 7 Chilet, M. (23 de 03 de 2006). *Efecto del Biol y época de siembra en el cultivo de Cebollita China (Allium cepa sp) bajo cultivo orgánico*. Recuperado el 12 de abril de 2014 de <http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Investigacion/Tesis/Tesis%20Sustentadas/Resumen%20Marco%20Chillet.pdf>

- 8 Handle, R. (2004). "CRECIMIENTO Y ABSORCIÓN DE NUTRIENTES EN CEBOLLA".
<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8228/Tab07de16.pdf?sequence=7>
- 9 Horneck, D. (2011). *Manejo de Nutrientes en Cebolla*. Obtenido de [https://ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/54482E3C3E562F1F0525717300779F25/\\$file/Manejo+de+Nutrientes+en+Cebolla.pdf](https://ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/54482E3C3E562F1F0525717300779F25/$file/Manejo+de+Nutrientes+en+Cebolla.pdf)
- 10 Huancane, I. S. (23 de abril de 2011). *istphuancane*. Recuperado el 12 de marzo de 2014, de <http://istphuancane.pe.tripod.com/docs/agrop/cebolla.pdf>
- 11 Komochi, S. (2010). *Cebolla Intensiva*. Valparaíso: San Juan - Ros.
- 12 Maroto, J. (1983). *Horticultura herbáceo especial*. Madrid: Mundi - Prensa.
- 13 Moreira, A. (2009). *Guía Técnica Cultivo de la Cebolla*. Recuperado el 11 de abril de 2014, de CANTA Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal: <http://www.canta.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20cebolla%202003.pdf>
- 14 Ormeño, J. (2010). *Manual de Fertilidad de Suelos*. Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto. Tarapoto - San Martín.
- 15 Sanchez, A. (2009). *Nutrientes en Cebolla*. Obtenido de <http://www.fundacioncajamarvalencia.es/es/comun/actividades/el-huerto-del-crm/boletin-huerto-43/boletin-huerto-43.pdf>
- 16 Sancho, H. (martes de abril de 2006). *Curvas de Absorción de nutrientes*. Obtenido de <http://www.ipni.net/publication/ia->

lahp.nsf/0/765C8D66598A491B852579A3007A3289/\$FILE/Curvas
%20de%20Absorci%C3%B3n.pdf

- 17 Suarez, G. (2009). *Extracción de Nutrientes por Cultivo*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/6604/1/Germ%C3%A1n%20Suarez%20Garc%C3%ADa%20corregido.pdf>
- 18 Valentin, P. (2005). *Absorción Periódica de Nutrientes por el Cultivo de Cebolla Allium cepa L.) Bajo diferentes Sistemas de Fertilización en un Entisol de la Costa Paramonga*. UNALM.
- 19 Trejos, V. (1989). Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Jose de Costa Rica, Obtenido de <https://www.google.com.pe/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=Tesis+1985%2C+P%C3%A9rez+2001>
- 20 Torres V. J.L. Tesis *"Dinámica de extracción de Nutrientes en plantones de Cacao (Theobroma cacao L.) colectados de tres clones y un híbrido bajo condiciones de vivero en el distrito de la Banda de Shilcayo"* Universidad Nacional de San Martín –Tarapoto 2014
- 21 Guerrero R. Tesis *"Determinación de las curvas de absorción de Fósforo y Potasio en el cultivo de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.) bajo condiciones de bello horizonte"* Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto 2014
- 22 Cassagnes, P.; Magny, J.; Azalbert, P. and Carles, J. (1969). (F) Contribution To investigations into the acumulation of minerals during the growth of apple fruit (Reine de Reinettes). C.R. Acad. Sci. (Paris), Ser. D, 269, 708 – 711.

- 23 Gartner, J.A. (1969). Effect of fertilizer nitrogen on a dense sward of kikuyu. *Paspalum* and carpet grass. 2. Interactions with phosphorus and potassium. *Queensl. J. of Agric. and Anim. Sci.* 26, 365 – 372.
- 24 Jeschke W.D., Atkins C.A., Pate J.S. (1985). Ion circulation via phloem and xylem between root and shoot of nodulated white lupin. *J. Plant Physiol.* 117:319-330.
- 25 Koch, K. and Mengel, K. (1977). The effect of K on N utilization by spring wheat during grain formation. *Agron. J.* 69, 477 – 480.
- 26 Kirkby, E.A. y Römheld, V. (2007). Micronutrients in plant physiology: functions, uptake and mobility. *Proceedings 543, The International Fertilizer So*
- 27 Loneragan, J.F. and Asher, C.J. (1967). Reponse of plants to phosphate concentration in solution culture. II. Rate of phosphate and it relation to growth *Soil Sci.* 103, 311 – 318. ciety, P. O. Box, York, YO32 5YS, United Kingdom. (1996)
- 27 Mengel, K. & Kirkby, E. (1987). *Principios de nutrición vegetal*. 4a. Edición. International Potash Institute Schneidergasse 27, P.O. Box 1609. ISBN: Nr. 3 – 906 535 03 7.
- 28 Salas, R. (2002). Herramientas de diagnóstico para definir recomendaciones de fertilización foliar. *Fertilización Foliar: Principios y aplicaciones*. Universidad de Costa Rica. 7 – 18.
- 29 Yamada Y., Bukovac M.J., Wittwer S.H. (1964). Ion binding by surfaces of isolated cuticular membrane. *Plant Physiol.* 39, 978-982.– 41.

RESUMEN

La investigación se llevó a cabo en el año 2014 en el distrito de Caynarachi, Provincia de Lamas, región de San Martín, ubicado geográficamente a 06° 19' 49.52" Latitud Sur y 76° 17' 6,19" Latitud Oeste con una altitud de 187 msnmm.

El trabajo consistió en "determinar las curvas de extracción de nutrientes N – P – K con aplicación de fertilización en el cultivo de cebolla china (*Allium fistulosum* L.) bajo condiciones del distrito de Caynarachi"

Las evaluaciones realizadas fueron el peso fresco y peso seco de bulbos y hojas por tratamientos a los 10, 20,30 y 60 días, se realizaron análisis químico foliares de bulbos y hojas en los cuales se determinaron los porcentajes de Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Se realizaron las curvas de extracción de macronutrientes (N, P, K) por tratamiento (T0, T1, T2, T3), siendo éstos (0 – 0 – 0), (85 – 50 – 160), (100 – 70 – 200), (150 – 90 – 240); para luego realizar la extracción total de macronutrientes por tratamiento expresados en kg.ha⁻¹. Se usó el Diseño Completamente al Azar con 4 tratamientos y 3 observaciones.

Las variables evaluadas y analizadas estadísticamente fueron: peso fresco y seco de bulbos, peso fresco y seco de hojas por cada tratamiento, (T0, T1, T2, T3) e independientemente en cada periodo de evaluación (10, 20,30 y 60) días, análisis de tejido vegetal tanto de bulbos y hojas (N, P, K).

En la extracción acumulada nutrientes en todos los tratamientos (T0, T1, T2 y T3), el macronutriente Potasio (K) es el elemento más extraído por lo tanto éste elemento es fundamental en el desarrollo del cultivo por ser el más extraído por la planta.

SUMMARY

The research was conducted in 2014 in the District of Caynarachi, Lamas province, San Martin region, geographically located 06° 19' 49.52" south latitude and 76 ° 17' 6.19" latitude west with a 187 msnmm altitude.

The work was to "determine the curves of extraction of nutrients N - P - K fertilizer application in the cultivation of Chinese onion (*Allium fistulosum* L.) Under District Caynarachi"

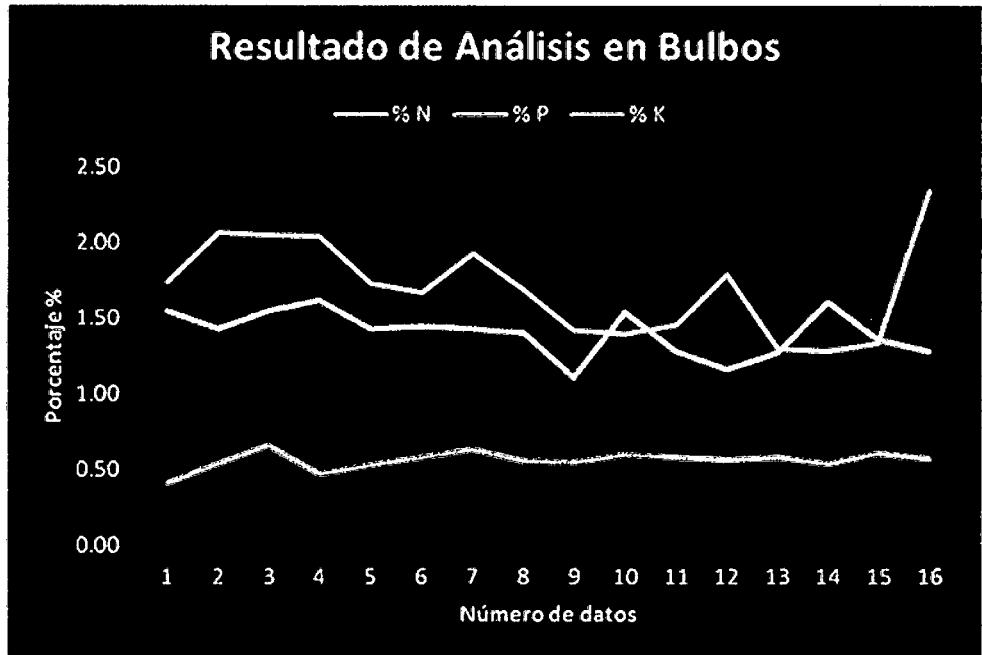
Evaluations were made fresh and dry weight of bulbs and leaves for treatments at 10, 20, 30 and 60 days, foliar chemical analysis of bulbs and leaves in which the percentages of nitrogen, phosphorus and potassium were determined performed.

Extraction curves macronutrients (N, P, K) per treatment (T0, T1, T2, T3), these being (0 - 0 - 0), (85 - 50-160), (100-70 - 200), (150 - 90 - 240); and then make the total extraction of macronutrients by treatment expressed in kg / ha . The design was completely randomized with 4 treatments and 3 comments. The variables evaluated and statistically analyzed were fresh leaf dry weight per treatment and dry bulbs, fresh weight and (T0 , T1 , T2 , T3) I independently in each evaluation period (10, 20, 30 and 60) days, plant tissue analysis and leaves both bulbs (N, P, K).

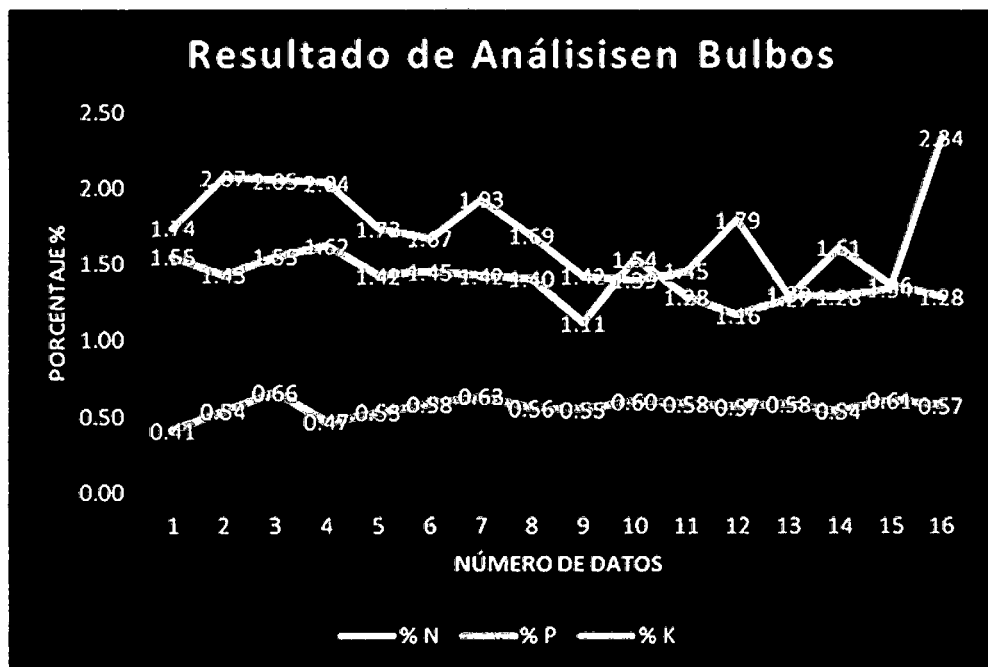
In the accumulated nutrient removal for all treatments (T0, T1, T2 and T3), Potassium macronutrient (K) is the extracted feature therefore this element is fundamental in the development of the crop being the most extracted by the plant .

ANEXOS

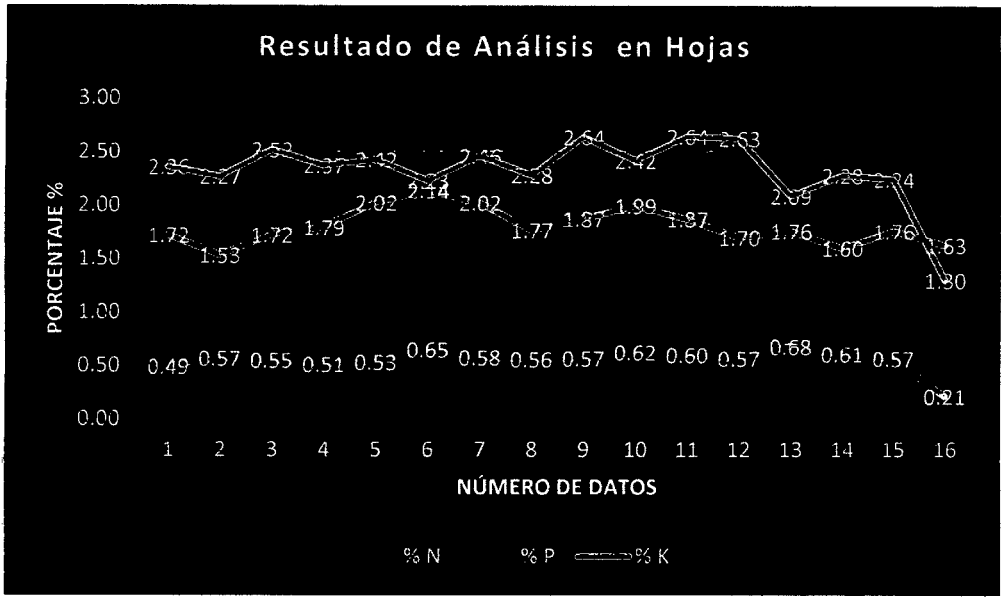
Anexo 1: Resultado de análisis en bulbos



Anexo 2: Resultado de análisis en bulbos



Anexo 3: Resultados de análisis en hojas



Anexo 4: Resultado de análisis en hojas

